

ÇABUK BOZULAN BAZI GIDALARDA KAYIP VE İSRAFIN ENGELLENMESİ

PREVENTING LOSS AND WASTE IN
SOME PERISHABLE FOODS

Mehmet Seçkin ADAY

Atıf Künyesi: Aday, M. S. (2024). Çabuk Bozulan Bazı Gıdalarda Kayıp ve İsrafın Engellenmesi. K. Şahin ve İ. Erol (Eds.), *Gıda, Su Kaybı ve İsrafı* (s. 159-178) içinde. Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları.

ÇABUK BOZULAN BAZI GIDALARDA KAYIP VE İSRAFIN ENGELLENMESİ

Prof. Dr. Mehmet Seçkin ADAY

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Özet

Bu çalışma, özellikle meyve ve sebzelere odaklanarak bozulabilir gıdalarda kayıp ve israfın önlenmesini ele almaktadır. Makale, gıda kaybı ve israfının, küresel gıda güvenliği, kaynak kullanımı ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki önemli etkisini vurgulamaktadır. Tedarik zincirinin çeşitli aşamalarındaki (üretim, dağıtım, işleme, depolama, perakende ve tüketim) kayıpların temel nedenleri irdelenmektedir. Çözümler arasında teknolojik yenilikler, akıllı tarım uygulamaları ve gelişmiş lojistik hizmetleri gibi uygulamalar yer almaktadır. Çalışma; kayıpları ve israfı en aza indirmek ve böylece daha iyi gıda güvencesi ve sürdürülebilirliği sağlamak için eğitim, teknolojik uygulamalar ve stratejik planlama dahil olmak üzere tedarik zinciri boyunca koordineli çabalara duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler

*Gıda Kaybı, Gıda İsrafı, Çabuk Bozulan Gıdalar, Tedarik Zinciri,
Sürdürülebilirlik, Teknolojik Yenilikler*

PREVENTING LOSS AND WASTE IN SOME PERISHABLE FOODS

Prof. Dr. Mehmet Seçkin ADAY

Çanakkale Onsekiz Mart University

Abstract

This study addresses the prevention of loss and waste in some perishable foods, specifically focusing on fruits and vegetables. The manuscript also highlights the significant impact of food loss and waste on global food security, resource utilization, and environmental sustainability. Key causes of losses at various stages of the supply chain—production, distribution, processing, storage, retail and consumption—are identified. Solutions include technological innovations, smart agricultural practices, and enhanced logistic applications. The study emphasizes the need for coordinated efforts across the supply chain, including education, technology implementation, and strategic planning, to minimize losses and waste, thus ensuring better food security and sustainability.

Keywords

*Food Loss, Food Waste, Perishable Foods, Supply Chain,
Sustainability, Technological Innovations*

Giriş

Gıda kayıpları ve israfı (GKİ) konusuna son zamanlarda gösterilen ilgi iki ana endişe kategorisine dayanmaktadır. Birincisi, gıda güvencesi ve açlıkla ilgili bir endişeyi içermekte olup, dünyada 800 milyondan fazla insan hâlâ açlık çekerken gıda kayıp ve israfı konusundaki istatistikler bir şeylerin ters gittiğini ve gıda tedarik zincirinin gerektiği gibi işlemediğini göstermektedir. İkincisi ise, nüfus ve gelir artışı ile değişen tüketim kalıplarından kaynaklanan GKİ'nin doğal kaynaklar ve çevre üzerindeki etkisine ilişkin bir endişeye dayanmaktadır (High Level Panel of Experts, 2014).

Küresel olarak, üretilen gıdanın yaklaşık yüzde 13'ü hasat ile perakende satış arasında kaybedilirken, toplam gıda üretiminin tahmini olarak yüzde 17'si evlerde, hizmet sektöründe ve perakende aşamasında israf edilmektedir. Ayrıca, kayıp ve israf edilen gıda, küresel gıda sistemindeki toplam enerji kullanımının da yüzde 38'ini oluşturmaktadır. Gıda kaybolduğunda veya israf edildiğinde sadece gıda değil, bu gıdayı üretmek için kullanılan su, toprak, enerji, iş gücü ve sermaye dahil tüm kaynaklar da boşa gitmektedir. Ayrıca gıda kaybı ve atıklarının çöplüklere atılması, sera gazı emisyonlarına yol açmakta, gıda güvencesini ve gıda bulunabilirliğini de olumsuz yönde etkileyerek gıda maliyetinin artmasını sağlamaktadır (Birleşmiş Milletler, 2024). Gelecekteki nüfus artışı da göz önüne alındığında, gerekli gıda üretimini en aza indirmenin ve dolayısıyla kullanılabilirliği artırmanın en iyi yolu kayıp ve israfı en aza indirmektir. Bu sorun doğru şekilde ele alınmazsa, gıda üretimindeki artış, gıda kayıp ve israfının daha da artmasına neden olacaktır. Bu nedenle gıda kayıp ve israfı, sürdürülebilirlik ve gıda güvencesi söz konusu olduğunda hayati bir faktör olarak nitelendirilmektedir (Sanad Alsbu ve ark., 2023).

Gıda kayıp ve israfı, bir ürünün hasat edilmeye veya hasat edilmeye hazır olduğu an ile tüketildiği veya gıda tedarik zincirinden çıkarıldığı an arasında meydana gelmektedir. “Gıda kaybı” terimi, gıda tedarik zincirinde özellikle insan tüketimine yönelik olarak yenilebilir gıda kütlesindeki azalmayı ifade etmektedir. Gıda tedarik zincirinde gıda kayıpları üretim, hasat sonrası ve işleme aşamalarında gerçekleşmektedir. Tedarik zincirinin sonunda (perakende ve tüketim) meydana gelen kayıplara ise “gıda israfı” adı verilmektedir (Berja ve ark., 2018). Ayrıca gıda israfı; genellikle “israf davranışı” ve bilinçli olarak gıdaları çöpe atma kararıyla ilişkilendirilmektedir. Ancak israf davranışı ile gıda kaybının diğer nedenleri arasında ayırım yapmak zor olduğundan (Beausang ve ark., 2017), bu makalede üretimden başlayarak, tedarik zincirinin tüm aşamalarında kaybolan/ israf edilen gıdaları tasvir etmek için bu terimler benzer anlamda kullanılacaktır.

Gıda israfı veya kaybı, yem ve yenilebilir olmayan gıda kısımları hariç tutularak, yalnızca insan tüketimine yönelik kısımlar için ölçülmektedir. Bu nedenle, başlangıçta insan tüketimine yönelik olan ancak sonradan çeşitli nedenlerle insan besin zincirinden çıkan gıda, daha sonra gıda dışı bir kullanıma (yem, biyoenerji, vb.) dönüşse bile, gıda kaybı veya israfı olarak kabul edilmektedir. Bu yaklaşım, “planlı” gıda dışı kullanımları, kayıplar olarak değerlendirilen “plansız” gıda dışı kullanımlardan ayırmaktadır (Gustafsson ve ark., 2013).

Meyve ve sebzeler, çabuk bozulabilir olmaları nedeniyle gıda tedarik zincirinde en çok tüketilen ve doğası gereği yönetilmesi en zor olarak gıda gruplarından bir tanesini temsil etmektedir. Bu nedenle bu ürün grubunda kayıp ve israf yüksektir. Kayıp ve israf tedarik zincirinin tüm aşamalarında farklı nedenlerden dolayı ortaya çıkmaktadır (Facchini ve ark., 2023). Üretici kısmında, taze ürünlerin hasadı sırasında, aşırı üretim olması durumunda veya ürünlerin görsel kalite kusurları içermesi

yüzünden; dağıtımda ve depolamada ise dağıtımın uzaması, yanlış ambalajlama materyallerinin kullanımı veya sıcaklık kontrolündeki aksamalar nedeniyle, işlemede ürünlerin gerekli olan standartları kapsamaması gibi durumlarda, tüketici açısından ise tercihlerin değişmesi veya etiketlerin içerdiği ifadelerin kafa karışıklığına yol açması gibi nedenlerden dolayı kayıp ve israflar oluşmaktadır (Sanad Alsbu ve ark., 2023). Bu makalede; çabuk bozulan ürünlerden olan meyve ve sebzelerde kayıp ve israfın nedenleri ve bunların engellenmesine yönelik çözümlere değinilmektedir.

Meyve ve Sebzelerde Kaliteyi ve Raf Ömrünü Etkileyen Faktörler

Raf ömrü genellikle bir gıda ürününün mikrobiyolojik standartlara göre güvenli kaldığı ve arzu edilen duyuşal, fizikokimyasal ve besinsel kaliteyi koruduğu süre olarak tanımlanmaktadır. Bu kapsamda; meyve ve sebzelerin kalitesini ve raf ömrünü etkileyen faktörler iki gruba ayrılabilir: (a) Hasat öncesi faktörler ve (b) Hasat sonrası faktörler (Kaur ve ark., 2023). Hasat öncesi faktörler de kendi arasında ikiye ayrılmakta olup, çevresel faktörler (sıcaklık, ışık, yağmur, rüzgar ve nem) ve kültürel faktörler (mineral madde, büyüme düzenleyicileri, anaç gövde, sulama, budama, seyreltme, çeşit, hastalık/zararlılar ve olgunluk) olarak nitelendirilmektedir (Ramjan ve Ansari, 2018). Hasat sonrası faktörler ise; olgunluk aşaması, hasat yöntemi, hasat zamanı, ön soğutma, ayırma ve sınıflandırma, ambalajlama, depolama koşulları ve nakliye koşullarından oluşmaktadır (Bekele, 2018).

Günümüzde bozulabilir ürünlerin kalitesini korumak ile pazarda daha iyi konuma gelmek ve daha fazla tüketiciye ulaşmak arasında sinerjik bir etki bulunmaktadır. Fakat bu kapsamda alınması gereken en büyük önlem; toplam üretimin %33'ünü temsil eden ve yılda 1,3 milyar ton olduğu bildirilen büyük miktardaki hasat sonrası kayıpların azaltılmasıdır. Bu tür kayıpları azaltmak ve hasattan sonra meyve ve sebzelerin kalitesini korumak ve raf ömrünü arttırmak için tedarik zincirinde yer alan farklı aktörlerin alması gereken birçok önlem bulunmaktadır (Torres-Sánchez ve ark., 2020). Bu aksiyonlara örnek olarak; üretimde modern dijital teknolojilerin kullanılması ve üreticilerin eğitilmesi, dağıtımda etkili lojistik uygulamalarının ve optimizasyon tekniklerinin kullanılması, işleme sırasında yenilikçi muhafaza metodlarının uygulanması ve kayıp ve atıklardan katma değerli ürünler üretilmesi, depolamada uygun depolama sistemlerinin kullanılması ve yenilikçi gıda ambalajlarından yararlanılması, perakende aşamasında israf konusunda bilgilendirme kampanyalarının yapılması ve gıda bağışının kolaylaştırılması, hane düzeyinde ise etiketlerdeki tarihlerin ne anlama geldiği konusunda bilgilendirme yapılması ve alışveriş öncesi planlama yapılması verilebilir (Haji ve ark., 2020; Negi ve Trivedi, 2021; Khouryieh, 2021; Ganesh ve ark., 2022; Ishangulyev ve ark., 2019; Dodero ve ark., 2021; Chung, 2019; Bilska ve ark., 2018; Li ve ark., 2023; Ponis ve ark., 2017).

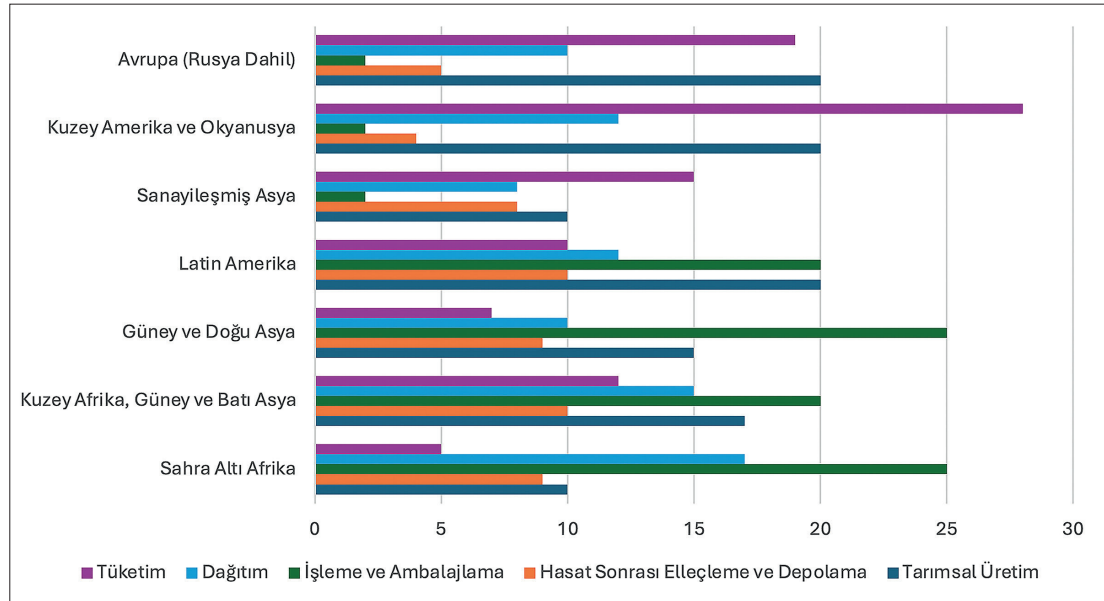
Meyve ve Sebzelerde Tedarik Zinciri ve Kayıplar

Meyve ve sebzelerden kaynaklanan kayıplar toplam gıda israfının ~%16'sını temsil etmekte olup, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde dünya çapında sera gazı emisyonlarına ~%6 oranında etki etmektedir (Cassani ve Gomez-Zavaglia, 2022). Bu kayıp ve israf; üretim (hasat işlemi ve bunu takip eden sınıflandırma ve ayırma), hasat sonrası işlemler (hasattan sonra ve işlemeden önce elleçleme, taşıma ve depolama), işleme, dağıtım ve tüketim olmak üzere beş farklı aşamada gerçekleşebilmektedir (Sugri ve ark., 2021). Gelişmekte olan ülkelerde, altyapı eksikliği

ve uygunsuz işleme metotları nedeniyle kayıpların %9-18'i üretimde ve %15-20'si hasat sonrası aşamalarda meydana gelmektedir. Bunun tersine, gelişmiş ülkelerde, ilk aşamadaki kayıplar düşük yüzdeleri temsil etmekte olup, büyük kayıplar ise tüketim gibi son aşamalarda oluşmaktadır. Meyve ve sebzelerdeki israf ve kayıp yüzdeleri; farklı bölge ve tedarik zincirinin aşamalarına göre şekil 1' de gösterilmektedir (Cassani ve Gomez-Zavaglia, 2022).

Şekil 1

Meyve ve sebzelerdeki israf ve kayıp yüzdelerinin farklı bölge ve tedarik zincirinin aşamalarına göre gösterimi (Cassani ve Gomez-Zavaglia, 2022)



Üretim Sırasında Meydana Gelen Kayıpların Nedenleri ve Engelleme Yöntemleri

Üretim sırasında meydana gelen kayıpların nedenleri arasında; ürün çeşidi, haşere/hastalık yönetimi ve gübreleme gibi tarımsal uygulamalar yer almaktadır. Kötü hasat planlaması ve ürünün dikkatsiz işlenmesi diğer nedenlerdendir. Mekanize biçerdöverlerin ürünün tamamını alamaması veya makinelerin olgunlaşmamış ve olgun ürün arasında ayırım yapamaması nedeniyle de ürün hasat sırasında kayba uğrayabilmektedir (Beausang ve ark., 2017). Gıda kayıplarının önemli bir nedeni ise aşırı üretilmektedir. Üreticiler beklenmeyen kayıpları telafi etmek ve gıda güvencesini sağlamak için %50 daha fazla üretim yapmaya yönelmektedir. Aşırı üretim temel olarak ticari taleplerden kaynaklanmaktadır. Üreticiler; kalite gerekliliklerine uymama nedeniyle sözleşmelerinden doğan cezaları ödememek için veya ürün geri alma yükümlülüklerine maruz kalmamak için, daha yüksek bir üretim hacmini zorlamaktadır (Raak ve ark., 2017). Perakendecilerin kalite ve tekdüzellik spesifikasyonlarının genellikle genel pazarlama standartlarını aşması, arz ve talepteki dalgalanmalar ile iklim değişikliği (sıcak hava dalgaları, kuraklık, şiddetli yağış ve seller) nedeniyle de gıda kayıpları artmaktadır (Meyer ve ark., 2017). Ayrıca ürünlerin piyasa fiyatları; işgücü ve taşımacılık maliyetlerini karşılamadığında, üreticiler ekonomik kayıpları önlemek için ürünlerini tarlada bırakmayı tercih edebilmektedir (Astill, 2020).

Birincil üretimde meyve ve sebzeye kayıplarını önlemek için çeşitli yöntem ve stratejiler geliştirilmekte ve uygulanmaktadır. Bu yaklaşımlar eğitim programlarından, teknolojik yeniliklere kadar uzanmaktadır. Üreticiler; perakende şirketlerinde satın almadan sorumlu çalışanlar ve kalite yöneticilerinin “tarım uygulamalarını daha iyi anlamaları durumunda” (örneğin çiftliklerde zaman geçirerek), “gerçekçi olmayan kalite gereklilikleri” nedeniyle gıda kaybını azaltmaya yardımcı olabileceklerini düşünmektedir. Ayrıca gıda kaybının önlenemediği durumlarda, gıda bankaları ve yardım kuruluşları gibi kısa zincirli yeniden dağıtım artırmaya yönelik ek girişimlerin olmasını istemektedir (Meyer ve ark., 2017). Olumsuz hava koşullarından dolayı teslimatta meydana gelen gecikmeler ve miktar farklılıklarının yeni tedarik sözleşmelerinde belirli sınırlar dahilinde kabul edilmesine olanak sağlanmalıdır. Bu durum, mevcut sözleşmelerden kaynaklanan aşırı üretimi önleyecek ve arz ile talebin daha iyi eşleşmesiyle sonuçlanabilecektir. Çalışanların eğitilmesi de üretimin profesyonel bir şekilde meydana gelmesine olanak sağlayacaktır (Ludwig-Ohm ve ark., 2019).

Ayrıca üretimde modern dijital teknolojilerin kullanılması, tarım operasyonlarını geliştirebilmekte ve stratejik karar almayı destekleyebilmektedir. Tarımda en yaygın kullanılan teknoloji; toprak ve su sensörlerini içermekte olup, üretimde hava durumu izleme ve uydu görüntüleme teknolojileri de kullanılarak mahsullerin daha kolay görüntülenmesine ve incelenmesine olanak sağlanmaktadır. Fiderleri tanımlama ve sınıflandırmanın yanı sıra yabancı otları temizlemek ve hasat etmek için otonom araçların kullanımı da dahil olmak üzere yaygın hale gelen otomasyon teknolojilerinin kullanımı yoluyla operatörlerin iş yükü en aza indirilmektedir (Haji ve ark., 2020). Bununla birlikte görüntü analizi yoluyla fiziksel zararların tespiti ve biyosensörler ile patojenlerin belirlenmesi, bunlara ilişkin tedbirlerin alınmasında hızlı karar verme olanağı sağlamaktadır (Silveira ve ark., 2021). Dondan koruma veya doludan koruma ağları, ağaç meyvelerinde don ve dolu zararlarının yanı sıra güneş yanığının önlenmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, cam veya folyo altında korunan ekim koşulları, kötü hava koşullarından çok daha az etkilenmektedir (Ludwig-Ohm ve ark., 2019).

Dağıtım Sırasında Meydana Gelen Kayıpların Nedenleri ve Engelleme Yöntemleri

Taze meyve ve sebzeler gibi çabuk bozulan gıdalar sıcaklığa duyarlı ürünler olarak sınıflandırılmaktadır ve çevre koşullarındaki (sıcaklık, nem ve ışık gibi) küçük bir dalgalanma, ürünlerdeki biyokimyasal ve mikrobiyolojik aktiviteleri hızlandırarak, ürünün kalitesini azaltmakta, raf ömrünü kısaltmakta ve sağlıkla ilgili çeşitli hastalıklara neden olabilmektedir. Bu nedenle üretimden nihai tüketime kadar olan aşamalarda sıcaklık kontrollü taşımaya ihtiyaç duyulmaktadır (Kumar ve ark., 2022). Bu ürün gruplarında, yönetim ve sermayeye karşılık gelen girdi de sıradan oda sıcaklığı lojistiğinden daha fazla olup, bu da maliyetin sıradan lojistiğe göre daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Bu maliyetler; dağıtım, ambalajlama, kargo hasarı ve gecikme bedeli gibi kıstaslardan oluşmaktadır (Zhang ve Liu, 2018). Ayrıca yükleme ve boşaltma sırasında da sıcaklık kıstaslarına dikkat edilmesi gerektiğinden bu zorlayıcı olabilmektedir. Ayrıca, uygun olmayan ambalajlama materyallerinin kullanılması ürünlerde hasar oluşturmaktadır (Watkins, 2016). Taşıma sırasında karşılaşılan en büyük zorluklardan biri, soğutmalı araç veya konteynirlerin bulunmasında yaşanan zorluklardır. Soğutmasız araçlarda, dağıtım öncesi soğutulmuş taze ürünler nemli ve sıcak hava altında tutulduğunda ürün yüzeyinde su yoğunlaşması görülmektedir. Bu olay, bozulmayı hızlandırmaktadır. Taze ürünlerin nakliyesi sırasında karşılaşılan engeller arasında yol koşulları da yer almaktadır. Taşıma sırasında kullanılan bozuk yollar, taze ürünlerdeki mekanik yaralanmaları, dolayısıyla ürün kayıplarını artırmaktadır. Zaman ve mesafe, taşıma sırasında taze ürünlerde hasat sonrası kayıpları etkileyebilen diğer faktörler olarak sıralanmaktadır (Al-Dairi ve ark., 2022).

Gıda ürünlerinin sıcaklığının nakliye ve dağıtım ağının başından sonuna kadar izlenmesi ve kontrol edilmesi (soğuk zincirin bozulmaması), taze kalitenin korunması ve tedarik zinciri boyunca kayıpların azaltılması açısından hayati önem taşımaktadır. Bunu başarmak için çalışanların en iyi ve etkili lojistik uygulamaları konusundaki farkındalığı, eğitimi ve bilgisi artırılmalıdır (Negi ve Trivedi, 2021). Optimizasyon teknikleri de verimliliği artırarak, maliyetleri düşürerek ve müşteri memnuniyetini artırarak ulaştırma ve lojistik sektöründe devrim yaratmaktadır. Rota optimizasyonu ve yük planlamaları içeren optimizasyon algoritmaları, işletmelerin operasyonlarını kolaylaştırmasına ve kaynak kullanımını en üst düzeye çıkarmasına olanak tanımaktadır. Talep tahmini ve planlaması, sürdürülebilirlik hususlarıyla birlikte taşımacılık ve lojistik şirketlerinin genel başarısına daha da katkıda bulunmaktadır (Prasetyo, 2023). Ayrıca dağıtım sırasında, nesnelerin interneti (IoT) ve blok-zincir gibi platformlar, gıdalara ilişkin ayrıntıları yakalamak ve ekosistemi korumak için bunları izleyebilmektedir. Böylelikle, gıda tedarik zinciri, müşterilere ve ilgili paydaşlara sağlam ve istikrarlı bilgiler sunarak, daha şeffaf ve kayıpları engelleyici hale gelebilmektedir (Abideen ve ark., 2021). Kayıpların azaltılmasına yönelik olarak gıda tedarik zincirinde başta dağıtım olmak üzere üst düzeyde koordinasyon ve bilgi paylaşım sisteminin de kurulması gerekmektedir (Halloran ve ark., 2014). Taşıma sırasında oluşan titreşimin önlenmesi zordur; ancak soğutma sisteminin iyileştirilmesi, uygun ambalajın kullanılması ve uygun yastıklama malzemelerinin kullanılması gibi iyi yönetim uygulamaları, taşıma sırasında ürün hasarını azaltabilmektedir (Al-Dairi ve ark., 2022).

İşleme Sırasında Meydana Gelen Kayıpların Nedenleri ve Engelleme Yöntemleri

Gıdaların işlenmesi sırasında yaşanan teknik problemler ve kalite güvencesi önlemleri kayıpların en önemli sebebi olarak nitelendirilmektedir. Soğutma veya dondurma ünitelerinin arızalanması, yanlış depolama sıcaklıklarına neden olmakta ve dolayısıyla hammadde ve nihai ürünlerin güvenliğini tehlikeye atmaktadır. Diğer ekipman kusurları ısıtma üniteleriyle ilgili olup, proses kontrolünü engellemekte ve pastörizasyon veya sterilizasyonda problemlere yol açmaktadır. Ayrıca steril hava jeneratörlerinde oluşan problemler de mikrobiyal kontaminasyonun nedeni olabilmektedir. İşleme sırasında meydana gelen güç kesintileri, kesintinin süresine ve kesintinin yaşandığı ürün grubuna bağlı olarak çeşitli kayıplara neden olmaktadır (Raak ve ark., 2017). Yetersiz talep tahmini, aşırı üretim ve yetersiz envanter yönetimi, aşırı stok gibi yönetim sorunları ile ürünlerin ağırlığı, boyutu veya rengiyle ilgili spesifikasyonlara uyulmaması durumunda da gıda kayıpları işleme aşamasında meydana gelmektedir (Magalhães ve ark., 2019). Bununla birlikte işletmeler kalifiye iş gücü bulmada zorluklar yaşamakta olup, tarımsal sanayi işletmelerinde mesleki eğitim almış çalışanların oranı azalmaktadır (Volkov ve ark., 2022). Çeşitli maliyet bileşenlerinde (hammadde, paketleme, enerji ve işçilik) yaşanan enflasyon, kârlılıklarını sürdürmek için birçok işleyiciyi; ya bu maliyetleri kendi içinde düşürmeye ya da artışları diğer tedarik zinciri aktörlerine aktarmaya yönlendirmektedir (Dekimpe ve van Heerde, 2023).

Üretim aşamasında gıda kayıplarını veya israfını en aza indirmeye yönelik geleneksel kararlar, uzmanlık bilgisine ve deneyimine dayanılarak alınmakta iken, günümüzde işleme sırasında kullanılacak üretim planlamasında; karma tam sayılı doğrusal programlama (MILP), çok amaçlı doğrusal programlama (MOLP), doğrusal olmayan programlama (NLP) ve dinamik programlama (DP) gibi deterministik modelleme yaklaşımlarının kullanılması önerilmektedir. Bununla birlikte, günümüzde yöneylem araştırması teknikleri veya matematiksel modeller, işleme optimizasyonunda önemli bir rol oynamaktadır. Üretim aşamasında kaybolan veya israf edilen meyvelerin değeri ve miktarı ile belirsizlik altında üretim planlaması; stokastik talepler ve kalite düşüşü açısından farklı simülasyon modelleriyle

yapılabilmektedir (Paam ve ark., 2016). Yenilikçi, termal olmayan teknolojiler, (yüksek basınçlı işleme, darbeli elektrik alan, darbeli ışık, ışınlama, ultrason, manyetik alan ve soğuk plazma teknolojileri vb.) yeni gıda işleme yöntemleri arayışı içinde olan birçok gıda üreticisinin dikkatini çekmektedir. Yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi, güvenlik ve minimum işleme arasında mükemmel bir denge sağlamaktadır. Yenilikçi teknolojiler aynı zamanda enerji ve su tüketiminin de azalmasına neden olmakta ve bu da gıda işleme sırasındaki karbon ve su ayak izini azaltmaktadır. Bu nedenle yenilikçi teknolojiler; çevresel sürdürülebilirlik ve gıda kayıplarının önlenmesinde hayati bir rol oynamaktadır (Khouryieh, 2021). Daha çevre dostu, daha ucuz ve sürdürülebilir, katma değerli ürünler üretmek amacıyla meyve ve sebze kayıp ve atıklarından etkin bir şekilde yararlanmaya yönelik olarak; briketleme, atıklardan enerjiye dönüşüm, kompostlama, enzimlerden yararlanma ve adsorpsiyon gibi geleneksel kullanımların yanı sıra nutrasötikler, paketleme, aroma maddeleri ve atık kaynaklı nanopartiküller alanlarında ortaya çıkan fırsatlar da bulunmaktadır (Ganesh ve ark., 2022). Ayrıca gıda üretim modelini iyileştirmek için mekanize denetim ve öğrenme yöntemlerini kullanan yapay zeka destekli gıda işleme, sadece verileri dijital olarak analiz etmekle kalmamakta, aynı zamanda çoğu insan müdahalesinin de yerini almaktadır. Gıda kalitesi ve miktarının değerlendirilmesi ve yönetimi, yapay zekadaki öngörülebilir modeller kontrol edilerek, güvence altına alınabilmektedir (Tiwari ve ark., 2023).

Gıda endüstrisi, başta İyi Üretim Uygulamaları (GMP), Sanitasyon Standart İşletim Prosedürleri (SSOP) ve Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktası (HACCP) olmak üzere önemli kalite yönetimi araçlarını kullanmaktadır. HACCP sisteminin temel amacı, insan sağlığına yönelik risklerin önlenmesinin yanı sıra, sağlık tehlikesi olasılığının yüksek olduğu üretim aşamalarında kontrol uygulamalarıyla gıda maddelerinde olası olumsuz değişikliklerin önlenmesidir. HACCP, hammadde üretiminden son ürünün tüketimine kadar tarladan çatala tüm üretim adımlarını kapsamaktadır. HACCP sisteminin gıda endüstrilerinde uygulanmadan önce GMP ve SSOP gibi ön koşul programlarının oluşturulması gerekmektedir (de Oliveira ve ark., 2016).

Ana ürünün bileşimi ve özelliklerinin değişmeden kalması gerekiyorsa, üretim sırasında yan ürün miktarının azaltılması pek mümkün olmamaktadır çünkü hedef ürünün kalitesi oluşan yan ürünün uzaklaştırılmasıyla güçlü bir şekilde bağlantılıdır. Bu nedenle kaynak verimliliğini artırmak ve gıda israfını azaltmak için yan ürün kullanımına yönelik yeni stratejiler geliştirmek gerekmektedir (Raak ve ark., 2017).

Ayrıca nitelikli işgücünün gıda işletmelerine çekilmesi için, sektörün kariyer fırsatı sunabilen bir ortam olduğuyla ilişkin imajının iyileştirilmesi ve çalışma şartlarının düzeltilmesi gerekmektedir (Ryan, 2023). Son olarak envanter yönetiminde, ilk giren ilk çıkar (FIFO) tedarik zinciri ilkesine dayanarak, farklı ürünlerin çabuk bozulabilirliğinin dinamik doğasını birleştiren benzer bir ilke önerilmiştir ve ilk kullanım süresi dolan ilk çıkar (FEFO) veya en az raf ömrüne sahip olan ilk çıkar (LSFO) ilkeleri kullanılabilir (Jedermann ve ark., 2014).

Depolama Sırasında Meydana Gelen Kayıpların Nedenleri ve Engelleme Yöntemleri

Depolama sırasında meydana gelen kayıplar, büyük ölçüde az gelişmiş ülkelerde yaşanmaktadır. Kötü depolama koşulları; küflerin, böceklerin, kemirgenlerin ve diğer zararlıların birleşik etkilerinin neden olduğu kayıplardır. Mevcut soğutma teknolojisinin eksikliği, gıda kayıplarını etkileyen tedarik zinciri faktörlerinin önemli bir unsurudur (Dora ve ark., 2021). Depolama altyapısının olmaması ve soğuk depolama tesislerine erişilememesi nedeniyle de meyve ve sebzelerde kayıplar meydana gelmektedir (Ishangulyyev ve ark., 2019). Son kullanma tarihinin geçmesi, soğuk depo

eksikliğinden kaynaklanan lojistik kısıtlamalar ve hatalı sipariş ve talep tahmini nedeniyle aşırı stoklama ve ambalaj kusurları da depolama sırasındaki gıda kaybının ana nedenleridir (Priever ve ark., 2016). Depolamada; yanlış sıcaklık ve nem yönetimi ve yerde yanlış palet konumlandırılması nedeniyle hava akışının engellenmesi gibi sorunlar da yaşanmaktadır (Jedermann ve ark., 2014).

Uygun depolar (depolama tesisleri), kayıpların azaltılabilmesi için pazarlama ve tüketim süresini uzatarak zaman kısıtlamasının yönetilmesine de yardımcı olmaktadır. Işığı, nemi, oksijen seviyesini, sanitasyonu ve sıcaklığı uygun şekilde kontrol edebilen iyi depolama koşulları, meyve ve sebze kayıplarının azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Ishangulyev ve ark., 2019). Metabolik aktiviteyi azaltmak için en sık kullanılan uygulama, modifiye atmosfer altında soğuk depolamadır. Bununla birlikte, düşük sıcaklıkta depolama koşullarının her bir ürün türü için ayarlanması ve optimize edilmesi gerekmektedir. Ek olarak nem ve hava bileşimi gibi diğer saklama koşulları da en iyi sonuçlar için ayarlanmalıdır (Yadav ve ark., 2023). Temizlik ve dezenfeksiyonu kolaylaştırmak için depolama odaları uygun bir durumda tutulmalıdır. Ekipman, taze meyve ve sebzelerin kontaminasyonunu önleyecek şekilde çalışmalıdır. Taze meyve ve sebzelerle temas eden kullanılabilir ambalajlar düzenli olarak temizlenmeli ve uygun olduğu durumlarda dezenfekte edilmelidir (Din ve ark., 2011).

Bunun yanında teknolojik gelişmelerden de yararlanılmaktadır. Kontrollü atmosfer (CA) tekniği, daha doğru kontrol sistemlerinin geliştirilmesiyle dinamik kontrollü atmosfere (DCA depolama) doğru gelişmiştir. DCA tekniğinde, mümkün olan en düşük oksijen seviyesi hedeflenmektedir, ancak depodaki gaz konsantrasyonları ürünün değişen fizyolojik tepkisine göre dinamik olarak uyarlamaktadır. Sistem düşük oksijen stresi tespit ederse, ürünün tepkisi optimal eşiğe dönene kadar oksijen seviyesini artırarak çalışmaktadır. Böylelikle ürünün depolama ömrü geleneksel kontrollü atmosfer tekniğine göre daha da uzamaktadır (Falagán ve Terry, 2018).

Yenilikçi gıda ambalajları, gıdanın korunmasında ve kalite göstergesinde aktif rol oynayabilecek bir veya daha fazla fonksiyon sunabilmektedir. Bu anlamda yenilikçi ambalajlara yerleştirilebilecek işlevlerin sayısı hızla artmaktadır. Bu yeni malzemeler, gıda güvenliğinin iyileştirilmesi, gıda kalitesinin artırılması ve gıda israfının en aza indirilmesinde güncel bir rol üstlenmeyi vaat etmektedir. Yeni paketleme teknolojilerini tanımlamak için yaygın olarak “aktif” ve “akıllı” gibi çeşitli terimler kullanılmaktadır. Bu terimler literatürde birbirinin yerine kullanılmasına rağmen farklı kavramları temsil etmektedirler. Spesifik olarak, akıllı ambalajlar doğrudan gıda ürünleri üzerinde etkili olmayıp sadece onların durumunu izler; aktif ambalajlar ise gıdanın etrafındaki çevreye etki ederek gıdanın raf ömrünü artırma rolüne sahiptir (Dodero ve ark., 2021). ‘Akıllı konteyner’ olarak adlandırılan diğer sistem ise (i) sıcaklık ve diğer parametrelerdeki sapmaları izlemek için gıda paletlerinin içine veya yüzeyine monte edilen bir kablosuz sensör ağından, (ii) konteynerin içine monte edilen bir yük denetim ünitesinden oluşur. Ölçülen verileri değerlendirmek ve taşınan mallar için bir raf ömrü tahminini hesaplamak için, (iii) mobil iletişim (GSM) veya uydu ağları için küresel sistem tarafından harici iletişim sağlamada bir telematik ünitesi ve (iv) web için bir uzak sunucunun şirket veri tabanlarına erişim ve entegrasyonu gerekmektedir (Jedermann ve ark., 2014). Adaptive Naïve Bayes tahmini ve IoT’yi kullanarak çevresel parametreleri yönetmek için otomatik bir kontrol tekniği, gıda paletlerinin içindeki sıcaklık değişimini tahmin etmek için bir Sinir Ağı modeli, blok-zincir ve IoT’yi içeren izlenebilir bir raf ömrü yönetim sistemi ve RFID tabanlı izleme, izleme için IoT sensörleri ve bir ürünün alınıp alınmadığını veya gönderildiğini belirlemek için gıda ürününün kalitesiyle değil yalnızca izlenebilirlikle ilgilenen bir XGBoost modelleri de yönetim ve izleme amaçlı kullanılabilmektedir (Singha ve ark., 2023).

Perakende Aşamasında Meydana Gelen İsrafin Nedenleri ve Engelleme Yöntemleri

Perakendedeki kaybın ana nedenleri (a) dahili ve harici hırsızlık: malların kaydını ihmal eden tedarikçiler/çalışanlar veya müşteriler tarafından mağaza içinde gerçekleştirilen eylemler; (b) operasyonel ihlal: kayıt dışı operasyonlardan kaynaklanan farklılıklar; (c) idari hatalar: çalışanların eylemleri nedeniyle kontrol ve envanterlerdeki farklılıklar ve (d) tedarikçiler: tedarikçilerin etkisiyle perakendeci tarafından yapılan hatalardır. Bu sebeplere; mevsimsel siparişler, aşırı satın alımlar, yeni ürünlerin test edilmesi, ani iklim değişiklikleri, kontrol ve kalite standartları eksikliği, piyasa değişkenliği, gıdanın yanlış işlenmesi, gıda ambalajının kalitesizliği ve uzatılmış perakende satış süresi de eklenebilmektedir (Jarnyk, 2008).

Lemos ve de Paula Castro (2021) tarafından yapılan çalışma; meyve ve sebzelerin boyut, şekil, ağırlık ve renk bakımından istenilen fiziksel standartları karşılamaması, ürünlerin taşıma sırasında görünümü etkileyecek şekilde hasar görmesi, mağazaların içindeki sıcaklık, nem ve ışık koşulları ile gıda güvenliğini, ürün kalitesini ve kabul edilebilirlik derecesini etkileyebilecek hijyen koşulları ve işleme uygulamalarının yetersiz olmasından dolayı israfların meydana geldiğini göstermektedir. Ayrıca talep tahmininin doğru olmaması nedeniyle ihtiyaç fazlası alım ve depolama da, fazlalığın atılmasına yol açmaktadır. Bununla birlikte; rafları ve vitrinleri dolu tutmak için dahili olarak sürekli gerçekleşen ürün akışı; stok ile mağaza arasında ürünlerin hasar görme riskini artırmaktadır.

Perakende aşamasında israfı engellemede; neyin doğru neyin yanlış olduğunu tespit etmek ve tüketicilerin davranış ve taleplerini değiştirmeye yönelik aksiyonlar almak önemlidir. Gıda israfının miktarları ve etkileri konusunda eğitimler; tüketicilere ve sektöre yönelik bilgilendirme kampanyaları dahilinde okullarda, festivallerde ve restoranlarda gerçekleştirilmelidir. Süpermarketlere yönelik olarak gıda bağışını kolaylaştıran kurallar vurgulanmalıdır. Gıda israfındaki gerçek miktarlarının düzenli olarak raporlanması gerekmektedir. Konunun öne çıkarılması, hedeflerin belirlenmesi ve ortak projeler altında birlikte çalışılması için farklı otoritelerin ve STK'ların bir araya gelmesi lazımdır. Bununla birlikte gıda israfının nasıl sınırlandırılacağı ve gıdanın amacına uygun şekilde nasıl kullanılacağı konusunda yönetsel kararların alınması da gerekmektedir (Bilska ve ark., 2018; Kliugaite ve Kruopiene, 2017). Perakende aşamasında da gıda israfının azaltılmasında teknolojik gelişmelerden faydalanılmaktadır. RFID ve Blok-zincir teknolojisi, perakendecilerin tedarikçilerle veri paylaşma ve üretim planlamasını iyileştirme, şeffaf tedarik zincirleri oluşturma ve kanal üyeleri arasında gelişmiş senkronizasyon ve koordinasyon yoluyla gıda israfının azaltılmasına katkıda bulunma yeteneklerini geliştirir. Makine öğrenimi ve yapay zekadaki son gelişmeler, mevcut perakende karar destek sistemlerinin öngörü gücünü daha da artırmak ve gıda israfının azaltılmasına yönelik yeni araçlar ve çerçeveler geliştirmek için fırsatlar sunmaktadır. Bu kapsamda satış noktası (POS) ödeme sistemleri aracılığıyla toplanan alışveriş sepeti verileri ve stok tutma birimi (SKU) düzeyindeki satış verileri, gıda ürünlerine yönelik talep tahmini yapmak için kullanılmaktadır (Zhang ve ark., 2022). Ayrıca raf ömrüne dayalı envanter yönetimi politikaları ile perakende düzeyindeki bilgiler, son kullanma tarihi yaklaşan ürünlerin tüketiciden alternatif kullanıcı gruplarına yeniden yönlendirilmesi için en uygun zamanların anlaşılmasını sağlayabilmektedir (Kibler ve ark., 2018). Fiyatlandırmada ise gıda perakendecileri, tüketicilere tazelik kaybını telafi ettirmek için bozulabilir bir ürünün son kullanma tarihi yaklaştıkça fiyatını sistematik olarak düşürmektedir. Fiyatların depolama süresi uzadıkça bozulabilir gıdaların azalan tazelik değeri ile eşleştirilmesi; perakendeci ile tüketiciler arasındaki güveni güçlendirebilir, tüketici memnuniyetini artırabilir, israfı azaltabilir bu da sürdürülebilir gıda perakendeciliği için

gerekli olan daha yüksek bir tekrar ziyaret niyetiyle sonuçlanabilir (Chung, 2019). Görünüş bakımından “çirkin” olarak nitelendirilen ürünlerin benzersizliğine odaklanan bir “marka hikayesi” yaratıldığında, bu ürünleri almanın israfı azalttığını ifade eden reklamlar yapıldığında, bu ürünler antropomorfik şekillerle resmedildiğinde ve indirim kampanyaları yapıldığında, bu ürünlere ilişkin israfın azaltılacağı da düşünülmektedir (Varese ve ark., 2022).

Hane Düzeyinde Meydana Gelen İsrafin Nedenleri ve Engelleme Yöntemleri

Son yıllarda gıda israfı yaygın bir endişe haline gelmiş olup, bu israfın neredeyse yarısı hane düzeyinde meydana gelmektedir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde, gıda saklama uygulamalarının, ambalaj etiketlerindeki tarihin yorumlanması, yaş, cinsiyet, gelir düzeyi ve eğitimin de tüketicilerde gıda israfına yol açan parametreler olduğu belirlenmiştir. Ayrıca evsel gıda israfının oluşumu hane halkı üyeleriyle, evlere getirilen gıdaların miktarı, türü ve raf ömürleriyle de ilişkilidir (Li ve ark., 2023). Evsel gıda israfına ilişkin olarak; plansızlık veya plan değişikliği, çok fazla satın alma, arta kalanları yemek istememe ve onlarla ne yapacağını bilememe veya yüksek gıda hijyeni talebi de diğer nedenlerdendir. Ayrıca çocuklu ailelerin yaklaşık üçte ikisi gıda israfının çoğunun çocuklardan kaynaklandığını söylemektedir. Bazı tüketiciler ise gıdaların doğal ve biyolojik olarak parçalanabilir olması nedeniyle gıda israfının önemli bir sorun olmadığına inanmaktadır (Williams ve ark., 2012). Tüketiciler, tekrar veya toplu satın almayı teşvik etmek amacıyla, indirimli fiyat reklamı yapan pazarlama promosyonları ile sürekli bombalanarak israfa bir anlamda teşvik edilmektedir (Ponis ve ark., 2017).

Bu kapsamda israfı engellemek için; taze meyve ve sebzelerin saklanırken kapaklı plastik ambalajlara konulması gerekmektedir. Kolay boşaltılabilen ve kapasite esnekliği sunan ambalaj boyutları da israfın engellenmesine yardımcı olabilecektir. Tüketici farkındalığını artırmayı amaçlayan bilgilendirme stratejileri de oluşturulmalıdır. Etiketlerde belirtilen tarihlerin ne anlama geldiği konusunda eğitimler düzenlenmelidir. Akıllı ambalaj sistemleri kullanılarak, gıdanın mevcut kalite durumunun tüketiciler tarafından izlenmesi sağlanmalıdır (Li ve ark., 2023; Williams ve ark., 2012). Hane düzeyinde alışveriş öncesi planlama ve alışveriş listelerinin kullanılması, gıda israfını en aza indirmeye yönelik uygulamaların iyi bir örneğidir (Ponis ve ark., 2017; Smith ve Landry, 2021).

Sonuç

Çabuk bozulan gıdalarda kayıp ve israfın önlenmesi konusunda yapılan bu çalışma, meyve ve sebzeler gibi yüksek bozulabilirlik özelliğine sahip ürünlerde kayıpların nedenlerini ve bu kayıpları minimize etmeye yönelik çözüm önerilerini kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Çalışma, tedarik zincirinin her aşamasında meydana gelen kayıpların ve israfın, global gıda güvenliği, kaynak kullanımı ve çevresel sürdürülebilirlik açısından ciddi etkileri olduğunu ortaya koymaktadır. Üretim aşamasında, hatalı hasat yöntemleri, aşırı üretim ve ürünlerin görsel kalite standartlarına uymaması gibi faktörler kayıpların başlıca nedenleridir. Bu aşamadaki kayıpları önlemek için eğitim programları, teknolojik yenilikler ve tarım uygulamalarında iyileştirmeler gereklidir. Dağıtım sırasında ise, sıcaklık kontrolünün yetersizliği, uygun olmayan ambalajlama materyalleri ve taşımadaki aksaklıklar kayıplara yol açmaktadır. Soğutmalı taşıma sistemlerinin yaygınlaştırılması ve lojistik optimizasyonu, dağıtım aşamasındaki kayıpların azaltılmasında kritik öneme sahiptir. İşleme aşamasında teknik problemler, yetersiz envanter yönetimi ve kalifiye iş gücü eksikliği kayıpları artıran faktörlerdir.

Yenilikçi işleme teknolojileri, enerji ve su tüketiminin azaltılması ve yapay zeka destekli üretim planlaması, işleme sırasında kayıpları minimize etmek için kullanılabilecek stratejilerdir. Depolama aşamasında ise, soğuk depolama teknolojilerinin eksikliği, uygun olmayan depolama koşulları ve zararlılar kayıplara neden olmaktadır. Kontrollü atmosfer depolama ve akıllı ambalaj teknolojileri, depolama sırasındaki kayıpların azaltılmasında etkin çözümler sunmaktadır. Perakende aşamasında meydana gelen israf, stok yönetimi hataları, talep tahminlerindeki yanlışlıklar ve ürünlerin fiziksel standartları karşılamaması gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Teknolojik gelişmelerin, özellikle RFID ve blok-zincir teknolojilerinin kullanımı, perakende aşamasında israfın azaltılmasına katkı sağlayabilir. Hane düzeyinde ise, plansız alışveriş, gereksiz fazla satın alma ve gıda saklama konusundaki bilgi eksiklikleri israfın başlıca nedenleridir. Bilinçlendirme kampanyaları ve akıllı ambalaj sistemleri, hane düzeyinde gıda israfını azaltmaya yönelik etkili stratejiler olarak öne çıkmaktadır. Sonuç olarak, çabuk bozulan gıdalarda kayıp ve israfın önlenmesi, tedarik zincirinin tüm aşamalarında koordineli bir yaklaşım gerektirmektedir.

Kaynaklar / References

- Abideen, A. Z., Sundram, V. P. K., Pyeman, J., Othman, A. K. ve Sorooshian, S. (2021). Food supply chain transformation through technology and future research directions—a systematic review. *Logistics*, 5(4), 83.
- Al-Dairi, M., Pathare, P. B., Al-Yahyai, R. ve Opara, U. L. (2022). Mechanical damage of fresh produce in postharvest transportation: Current status and future prospects. *Trends in Food Science & Technology*, 124, 195-207.
- Astill, G. (2020). Food Loss: Why Food Stays on the Farm or Off the Market. *Amber Waves: The Economics of Food, Farming, Natural Resources, and Rural America*, 2020(2), 1-7.
- Beausang, C., Hall, C. ve Toma, L. (2017). Food waste and losses in primary production: Qualitative insights from horticulture. *Resources, Conservation and Recycling*, 126, 177-185.
- Bekele, B. (2018). Review on factors affecting postharvest quality of fruits. *Journal of Plant Science and Research*, 5(2), 180.
- Berja, S., Capone, R., Debs, P. ve Bilali, H. E. (2018). Food losses and waste: A global overview with a focus on Near East and North Africa region. *International Journal of Agricultural Management and Development (IJAMAD)*, 8(1), 1-16.
- Bilska, B., Piecek, M. ve Kołożyn-Krajewska, D. (2018). A multifaceted evaluation of food waste in a Polish supermarket—Case study. *Sustainability*, 10(9), 3175.
- Birleşmiş Milletler. (2024). Reducing food loss and waste: Taking Action to Transform Food Systems (United Nation). <https://www.un.org/en/observances/end-food-waste-day> adresinden 18.03.2024 tarihinde alınmıştır.
- Cassani, L. ve Gomez-Zavaglia, A. (2022). Sustainable food systems in fruits and vegetables food supply chains. *Frontiers in Nutrition*, 9, 829061.
- Chung, J. (2019). Effective pricing of perishables for a more sustainable retail food market. *Sustainability*, 11(17), 4762.
- de Oliveira, C. A. F., da Cruz, A. G., Tavolaro, P. ve Corassin, C. H. (2016). Food Safety: Good Manufacturing Practices (GMP), Sanitation Standard Operating Procedures (SSOP), Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP). In J. Barros-Velázquez (Ed.), *Antimicrobial Food Packaging* (s. 129-139). Academic Press.
- Dekimpe, M. G. ve van Heerde, H. J. (2023). Retailing in times of soaring inflation: What we know, what we don't know, and a research agenda. *Journal of Retailing*, 99(3), 322-336.
- Din, A., Parveen, S., Ali, M. A. ve Salam, A. (2011). Safety issues in fresh fruits and vegetables-a review. *Pakistan Journal of Food Science*, 21(1-4), 1-6.
- Dodero, A., Escher, A., Bertucci, S., Castellano, M. ve Lova, P. (2021). Intelligent packaging for real-time monitoring of food-quality: Current and future developments. *Applied Sciences*, 11(8), 3532.
- Dora, M., Biswas, S., Choudhary, S., Nayak, R. ve Irani, Z. (2021). A system-wide interdisciplinary conceptual framework for food loss and waste mitigation strategies in the supply chain. *Industrial Marketing Management*, 93, 492-508.

- Facchini, F., Silvestri, B., Digiesi, S. ve Lucchese, A. (2023). Agri-food loss and waste management: Win-win strategies for edible discarded fruits and vegetables sustainable reuse. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 83, 103235.
- Falagán, N. ve Terry, L. A. (2018). Recent advances in controlled and modified atmosphere of fresh produce. *Johnson Matthey Technology Review*, 62(1), 107-117.
- Ganesh, K. S., Sridhar, A. ve Vishali, S. (2022). Utilization of fruit and vegetable waste to produce value-added products: Conventional utilization and emerging opportunities-A review. *Chemosphere*, 287, 132221.
- Gustafsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U. ve Emanuelsson, A. (2013). The methodology of the FAO study: Global Food Losses and Food Waste-extent, causes and prevention. Report No. 857.
- Haji, M., Kerbache, L., Muhammad, M. ve Al-Ansari, T. (2020). Roles of technology in improving perishable food supply chains. *Logistics*, 4(4), 33.
- Halloran, A., Clement, J., Kornum, N., Bucatariu, C. ve Magid, J. (2014). Addressing food waste reduction in Denmark. *Food Policy*, 49, 294-301.
- High Level Panel of Expertise. (2014). Food losses and waste in the context of sustainable food systems. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. 1-117.
- Ishangulyyev, R., Kim, S. ve Lee, S. H. (2019). Understanding food loss and waste—why are we losing and wasting food? *Foods*, 8(8), 297.
- Jarnyk, R. (2008). Gestão Perdas e Quebras Operacionais. FCN 2008, São Paulo, October 23, 1-38.
- Jedermann, R., Nicometo, M., Uysal, I. ve Lang, W. (2014). *Reducing food losses by intelligent food logistics*. The Royal Society Publishing.
- Kaur, N., Adhikary, T. ve Singh, A. (2023). Conventional and biotechnological approaches for enhancing the shelf-life of fruits and vegetables: A review. *Agricultural Reviews*, 44(1), 46-52.
- Khouryieh, H. A. (2021). Novel and emerging technologies used by the US food processing industry. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 67, 102559.
- Kibler, K. M., Reinhart, D., Hawkins, C., Motlagh, A. M. ve Wright, J. (2018). Food waste and the food-energy-water nexus: A review of food waste management alternatives. *Waste Management*, 74, 52-62.
- Kliaugaite, D. ve Kruopiene, J. (2017). Food waste generation and prevention measures in retail sector: A comparative study. *Environmental Research, Engineering and Management*, 73(4), 7-20.
- Kumar, N., Tyagi, M. ve Sachdeva, A. (2022). Depiction of possible solutions to improve the cold supply chain performance system. *Journal of Advances in Management Research*, 19(1), 106-138.
- Lemos, F. K. ve de Paula Castro, L. (2021). Food retail as the coordinator agent of food supply chain: challenges and opportunities for reducing loss and waste. *International Journal on Food System Dynamics*, 12(3), 246-254.

- Li, X., Jiang, Y. ve Qing, P. (2023). Estimates of household food waste by categories and their determinants: evidence from China. *Foods*, 12(4), 776.
- Ludwig-Ohm, S., Dirksmeyer, W. ve Klockgether, K. (2019). Approaches to reduce food losses in German fruit and vegetable production. *Sustainability*, 11(23), 6576.
- Magalhães, V. S., Ferreira, L. M. D. ve Silva, C. (2019). *Causes of food loss and waste: An analysis along the food supply chain*. Industrial Engineering and Operations Management I: XXIV IJCIEOM, Lisbon, Portugal, July 18–20, 173-182.
- Meyer, C. H., Frieling, D., Hamer, M. ve Oertzen, G. (2017). *Food losses in supply chains for fruits, vegetables and potatoes between field and retail shelf in North-Rhine Westphalia, Germany*. 11th International European Forum on System Dynamics and Innovation in Food Networks, Austria, February 13-17, 24-30.
- Negi, S. ve Trivedi, S. (2021). Factors impacting the quality of fresh produce in transportation and their mitigation strategies: empirical evidence from a developing economy. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 11(2), 121-139.
- Paam, P., Berretta, R., Heydar, M., Middleton, R., García-Flores, R. ve Juliano, P. (2016). Planning models to optimize the agri-fresh food supply chain for loss minimization: A review. In Reference Module in Food Science (s. 19-54). Elsevier.
- Ponis, S. T., Papanikolaou, P.-A., Katimertzoglou, P., Ntalla, A. C. ve Xenos, K. I. (2017). Household food waste in Greece: A questionnaire survey. *Journal of Cleaner Production*, 149, 1268-1277.
- Prasetyo, A. (2023). Optimization in transportation and logistics: Enhancing efficiency and cost-effectiveness. *Global Journal of Technology and Optimization*, 14(2), 1-2.
- Priefer, C., Jörissen, J. ve Bräutigam, K.-R. (2016). Food waste prevention in Europe—A cause-driven approach to identify the most relevant leverage points for action. *Resources, Conservation and Recycling*, 109, 155-165.
- Raak, N., Symmank, C., Zahn, S., Aschemann-Witzel, J. ve Rohm, H. (2017). Processing-and product-related causes for food waste and implications for the food supply chain. *Waste Management*, 61, 461-472.
- Ramjan, M. ve Ansari, M. T. (2018). Factors affecting of fruits, vegetables and its quality. *Journal of Medicinal Plants*, 6, 16-18.
- Ryan, M. (2023). Labour and skills shortages in the agro-food sector. *OECD Food, Agriculture and Fisheries, Paper 189*, 1-38.
- Sanad Alsbu, R. A., Yarlagaadda, P. ve Karim, A. (2023). Investigation of the factors that contribute to fresh fruit and vegetable losses in the Australian fresh food supply Chain. *Processes*, 11(4), 1154.
- Silveira, A. C., Rodríguez, S., Kluge, R., Palaretti, L. F., Inestroza, C. ve Escalona, V. H. (2021). Non-destructive techniques for mitigating losses of fruits and vegetables. *Agrociencia Uruguay*, 25(2), 1-10.
- Singha, S., Saha, D., Brahma, M. ve Singh, P. K. (2023). IntelliStore: IoT And AI-based intelligent storage monitoring for perishable food. *Internet Technology Letters*, 6(3), e402.

- Smith, T. A. ve Landry, C. E. (2021). Household food waste and inefficiencies in food production. *American Journal of Agricultural Economics*, 103(1), 4-21.
- Sugri, I., Abubakari, M., Owusu, R. K. ve Bidzakin, J. K. (2021). Postharvest losses and mitigating technologies: Evidence from Upper East Region of Ghana. *Sustainable Futures*, 3, 100048.
- Tiwari, M., Pandey, H., Mukherjee, A. ve Sutar, R. F. (2023). Artificial Intelligence in Food Processing. In N. Chhikara, A. Panghal ve G. Chaudgry (Eds.), *Novel Technologies in Food Science* (s. 511-550). Scrivener Publishing.
- Torres-Sánchez, R., Martínez-Zafra, M. T., Castillejo, N., Guillamón-Frutos, A. ve Artés-Hernández, F. (2020). Real-time monitoring system for shelf life estimation of fruit and vegetables. *Sensors*, 20(7), 1860.
- Varese, E., Cesarani, M. C. ve Wojnarowska, M. (2022). Consumers' perception of suboptimal food: Strategies to reduce food waste. *British Food Journal*, 125(1), 361-378.
- Volkov, V., Zueva, O., Nabokov, V. ve Nekrasov, K. (2022). Problems of providing qualified personnel for the agricultural complex of the region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 949, 012062.
- Watkins, C. (2016). Transport of fresh produce. *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*, 1(1), 351-360.
- Williams, H., Wikström, F., Otterbring, T., Löfgren, M. ve Gustafsson, A. (2012). Reasons for household food waste with special attention to packaging. *Journal of Cleaner Production*, 24, 141-148.
- Yadav, A., Rehan, D., Sharma, A., Nair, R. ve Uikey, P. (2023). Techniques to Reduce the Post Harvest Losses of Fruits and Vegetables. In M. K. Singh, K. Alam, V. pandey, S. Singh, M. Kumar (Eds.), *Advanced Technology of Horticulture* (s. 321-342). Daya Publishing.
- Zhang, J., Wedel, M. ve Bloem, M. W. (2022). Mitigating food waste in the retail supply chain: Marketing solutions. *Journal of Sustainable Marketing*, 3(2), 87-97.
- Zhang, M. ve Liu, C. S. (2018). Cost simulation and optimization of fresh cold chain logistics enterprises based on SD. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 392, 062121.

Yazar Hakkında / About Author

Prof. Dr. Mehmet Seçkin ADAY | Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
mseckinaday[at]comu.edu.tr | ORCID: 0000-0002-5669-5812

Dr. Mehmet Seçkin Aday, 2001-2005 yılları arasında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliğinde birinci lisans eğitimini, Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme bölümünde ise ikinci lisans eğitimini 2010 yılında tamamlamıştır. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği'nde Yüksek Lisans ve Doktora derecelerini almış, Tezsiz Yüksek Lisansını ise Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Lojistik Programında yapmıştır. 2014-2015 yılları arasında Tübitak Yurt Dışı Doktora Sonrası Araştırma Bursu ile Kaliforniya Politeknik Devlet Üniversitesinde doktora sonrası çalışmasını tamamlamıştır. Mesleki deneyim olarak; Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünde 2005-2012 yılları arasında Araştırma Görevlisi, 2012-2016 yılları arasında Yrd. Doç. Dr., 2016-2021 yılları arasında Doçent olarak çalışmış olup, 2021 yılından itibaren ise Profesör olarak çalışmaya devam etmektedir. Çalışma alanları; ultrases, ozon, klordioksit, elektrolize su ve aktif ambalajlama ile çeşitli meyvelerin raf ömürlerinin arttırılmasını içermekte olup, aynı zamanda taşıma süresince gıdalarda meydana gelen hasarları da kapsamaktadır.

Prof. Dr. Mehmet Seçkin ADAY | Çanakkale Onsekiz Mart University
mseckinaday[at]comu.edu.tr | ORCID: 0000-0002-5669-5812

Dr. Mehmet Seçkin Aday completed his first bachelor's degree in Food Engineering at Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering and Architecture between 2001-2005 and his second bachelor's degree in Business Administration at Anadolu University, Faculty of Business Administration in 2010. He received his Master's and Doctorate degrees from Çanakkale Onsekiz Mart University, Institute of Science and Technology, Food Engineering, and his Non-Thesis Master's Degree from Çanakkale Onsekiz Mart University, Institute of Social Sciences, International Trade and Logistics Program. Between 2014-2015, he completed his postdoctoral study at California Polytechnic State University with Tubitak Postdoctoral Research Scholarship. As professional experience; he worked as a Research Assistant between 2005-2012, Asst. Assoc. Prof. Dr. between 2012-2016, Associate Professor between 2016-2021 in the Food Engineering Department at Çanakkale Onsekiz Mart University. He continues to work as a Professor since 2021. His research interests include increasing the shelf life of various fruits with ultrasound, ozone, chlorine dioxide, electrolysed water and active packaging, as well as food damage during transport.

