T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Türkiye'de Süpermarketlerden Kaynaklanan Gıda Atıklarının Karbon, Su ve Enerji Ayak İzlerinin Belirlenmesi

Belkıs ÇAKAR

DANIŞMAN
Doç. Dr. Serdar AYDIN

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Mühendisliği Programı

İSTANBUL-2020

Bu çalışma, Tarih girmek için burayı tıklatın. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından ....., ...nda ..... olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Doç. Dr. Serdar AYDINI(Danışman)
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. H. Kurtuluş ÖZCAN
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Doç. Dr. Gamze VARANK
Yıldız Teknik Üniversitesi
İnşaat Fakültesi

Doç. Dr. Emine ELMASLAR ÖZBAŞ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Doç. Dr. Çiğdem MORAL
Akdeniz Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa'nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

ÖNSÖZ

Canım anneciğim ve Canım babacığım, tüm varlığa ve yaşama hayranlıkla bakmamı; her ne yapıyorsam sevgi, ilgi ve özenle yapmamı teşvik ettiğiniz için...Güvendiğiniz ve güven verdiğiniz için...Hayatta kıymet vermem gereken öncelikleri daima hatırlattığınız için...İlk ve sonsuz teşekkürümü size sunmak isterim. Desteğiniz olmasaydı muhakkak ki vazgeçmek zorunda kalır ve bu tezi bitiremezdim.

Biricik yeğenlerim; Ahmet, Z. Zülal, E. Azra, Büşra, Ekrem ve Elif. Dünyanın daha iyi, daha dürüst, sevgi ve akıl dolu bir yer olacağına dair ümit tazelediğiniz için bu tezi size ithaf etmek isterim.

Çalışmalarım sırasında benden yardımlarını ve desteğini esirgemeyen, tez konusu seçiminde beni tamamen serbest bırakarak neler yapabileceğimi görmeme imkân tanıyan değerli tez danışmanım Doç. Dr. Serdar AYDIN'a teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca bilgi ve tecrübesiyle sunduğu bilimsel desteğin yanı sıra yapıcı tutumu ve çözüm odaklı yaklaşımı için bölüm hocalarımızdan değerli Prof. Dr. H. Kurtuluş ÖZCAN'a teşekkür ederim. Kendisi bir bilim insanı olarak çok dikkatli bir dinleyici, özenli bir okuyucu ve özgün bir fikir geliştirici; tüm katkıları ve desteği için minnettarım. Ayrıca tez çalışmam süresince gösterdiği pozitif tutum için değerli Doç. Dr. Gamze VARANK'a teşekkür ederim.

Gıda israfı, iklim değişikliği ve etik değerler üzerine bitmeyen bir sabırla beni dinledikleri ve akıl açıcı muhabbetleri için sevgili dostlarım; Ayşegül, Kevser, Lola, Merve ve Tuba'ya teşekkür ederim.

Son olarak bu tez çalışmasını okuyacak her bir araştırmacıya ayıracakları vakit için şimdiden teşekkür ederim. Dilerim bu çalışma, kendi araştırmaları için bir ışık sunabilir.

"Gözlemlediğimiz şey doğanın kendisi değil,

doğanın bizim sorgulama yöntemimize maruz kalmış halidir."

W. Heisenberg

Haziran 2020 Belkıs ÇAKAR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **iv**
İÇİNDEKİLER ..... **v**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **vii**
TABLO LİSTESİ ..... **ix**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **x**
ÖZET ..... **xi**
SUMMARY ..... **xiii**
1. GİRİŞ **1**
1.1. SÜRDÜRÜLEBİLİR GIDA ÜRETİMİ VE GIDA ENDÜSTRİSİ 1
1.2. GIDA ATIĞI PROBLEMİ 2
1.3. GIDA ATIĞININ ÇEVRESEL ETKİLERİ 3
1.4. SÜPERMARKETLERİN GIDA TEDARİK ZİNCİRİNDEKİ ROLÜ 4
2. GENEL KISIMLAR **6**
2.1. GIDA ATIĞI TANIMI VE KAPSAMI 6
2.1.1. Gıda Kaybı ve Atığının Oluşma Nedenleri 9
2.1.2 Gıda Kaybı ve Atığının Ölçümlenmesi 11
2.2. LİTERATÜR İNCELEMESİ 12
2.2.1 Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerde Gıda Atığı 12
2.2.2. Türkiye'de Gıda Atığı 14
2.2.3. Türkiye'de ve Dünya'da Gıda Atığı ile Mücadele 16
2.2.4. Gıda Atığı Yönetiminde 'Gıda Atığı Piramidi' Modeli 19
2.3. YAŞAM DÖNGÜSÜ PERSPEKTİFİYLE GIDA ATIĞININ ÇEVRESEL ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: KARBON-SU VE ENERJİ AYAK İZİ İLİŞKİSİ 22
2.3.1. Karbon Ayak İzi ve Gıda Atığı İlişkisi 24
2.3.2. Su Ayak İzi ve Gıda Atığı İlişkisi 28
2.3.3. Enerji Ayak İzi ve Gıda Atığı İlişkisi 30
3. MALZEME VE YÖNTEM **32**
3.1. YDD AMACI VE KAPSAMININ TANIMLANMASI 32

3.3. VERİ KAYNAKLARI VE YDD MODELLEMESİ İÇİN YAPILAN KABULLER....34
3.3.1. Gıda Atığı Verisi....34
3.3.2. Envanter Analizi....36
3.3.3. Sistem Kabulleri....37
BULGULAR....39
4.1. VERİ ANALİZİ....39
4.1.1. Süpermarketlerde Gıda Atığı Oluşum Nedenleri....39
4.1.2. Gıda Atıklarının Sınıflandırılması....39
4.2. SÜPERMARKET GIDA ATIKLARININ ÇEVRESEL ETKİ ANALİZİ....42
4.2.1. Süpermarket Gıda Atıklarından Kaynaklı Karbon Ayak İzi Etkisi....42
4.2.2. Süpermarket Gıda Atıklarından Kaynaklı Su Ayak İzi Etkisi....47
4.2.3 Süpermarket Gıda Atıklarının Enerji Ayak İzi Etkisi....50
4.2.4. Emisyon Envanteri....53
4.3. SÜPERMARKET GIDA ATIKLARI İÇİN ALTERNATİF ATIK YÖNETİMİ SENARYOLARI....54
4. TARTIŞMA VE SONUÇ....60
5.1. SÜPERMARKETLERDEN KAYNAKLANAN GIDA ATIĞININ BOYUTLARININ İNCELENMESİ....60
5.2. SÜPERMARKETLERDEN KAYNAKLANAN GIDA ATIĞININ ÇEVRESEL ETKİ ANALİZİ SONUÇLARININ İNCELENMESİ VE ATIK YÖNETİMİ İÇİN ÖNERİLER....62
KAYNAKLAR....68
EKLER....78
EK 1. Gıda Atıklarının Tarımsal Üretim Fazı için Veri Kaynakları....78
EK 2. Gıda Atıklarının Dağıtım, Perakende ve Atık Bertarafı Fazlarındaki İşlemler için Veri Kaynakları....82
EK 3. Atık Senaryoları İçin Atık Bertarafı Modeline Göre Veri Kaynakları....83
EK 4. FoodCarbonScope^{TM} Veri tabanına göre Seçili Gıda ürünlerinin 1 kg için Karbon -Su – Enerji Ayak İzleri....83
ÖZGEÇMİŞ....85

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: FAO, 2011'e göre gıda israfının tasnifi. 7

Şekil 2.2: Gıda atıklarının sınıflandırılması (WRAP, 2009). 8

Şekil 2.3: Gıda'nın 'tarladan sofraya' tedarik zinciri boyunca geçtiği aşamalar. 10

Şekil 2.4: Satış ve pazarlamada estetik açıdan kusurlu kabul edilen gıda ürünleri için bazı örnekler (Havuç, patlıcan, elma, limon, portakal, patates). 13

Şekil 2.5: Bölgelere ve oluşum aşamalarına göre, kişi başına düşen gıda gıda israfı (Gustavsson ve diğ., 2011). 14

Şekil 2.6: Gıda geri kazanım piramidi (USEPA, 2019). 20

Şekil 2.7: Gıda atığı hiyerarşisi (WRAP, 2011a'dan uyarlanmıştır). 21

Şekil 2.8: Yaşam döngüsü değerlendirmesi, sistem çerçevesi (Curran, 1996). 23

Şekil 2.9: Çiftlik türüne bağlı olarak değişen çeşitli kaynaklardan gelen çiftlik emisyonları (IPCC, 2006). 27

Şekil 3.1: Süpermarket Gıda Atıklarının Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi için sistem sınırları. 32

Şekil 3.2: FoodCarbonScope™ yaşam döngüsü aşamasına göre analiz çıktısı. 33

Şekil 3.3: FoodCarbonScope™ 'un veritabanına göre düzenlenmiş atık gıda verisi. 35

Şekil 3.3 (devam): FoodCarbonScope™ 'un veritabanına göre düzenlenmiş atık gıda verisi. 36

Şekil 4.1: Süpermarketlerden kaynaklı gıda atığının depolama işleminden kaynaklı karbon ayak izi modellemesi. 44

Şekil 4.2: FoodCarbonScope ™ veritabanına göre seçilmiş gıda ürünlerinin 1 kg için üretim karbon ayak izi. 46

Şekil 4.3: Gıda atıklarının ürün gruplarına göre yüzdelik oran dağılımı. 47

Şekil 4.4: FoodCarbonScope ™ veritabanına göre seçilmiş gıda ürünlerinin 1 kg için üretim için su ayak izi (L). 49

Şekil 4.5: FoodCarbonScope ™ veritabanına göre seçilmiş gıda ürünlerinin 1 kg için üretim için enerji ayak izi (MJ). 52

Şekil 4.6: Gıda atığı yönetim senaryolarının karşılaştırılması. 58

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Çalışmadaki emtia gruplarının gıda arz zinciri aşamalarındaki kayıp ve atık yüzdeleri (Tatlıdil ve diğ., 2013). 15

Tablo 2.2: Küresel Isınma Potansiyelleri (CO_2 e), (IPCC, 100a metodu, 2013). 25

Tablo 4.1: Süpermarketlerden kaynaklı gıda atığı. 40

Tablo 4.1 (devam): Süpermarketlerden kaynaklı gıda atığı. 41

Tablo 4.2: Gıda atığı verisinin çalışma kapsamında sınıflandırılışı. 42

Tablo 4.3: Yaşam döngüsü aşamalarına göre süpermarket gıda atıklarının karbon ayak izi. 43

Tablo 4.4: Süpermarket gıda atıklarının "Tarımsal Üretim"den kaynaklı karbon ayak izi. 44

Tablo 4.4 (devam): Süpermarket gıda atıklarının "Tarımsal Üretim"den kaynaklı karbon ayak izi. 45

Tablo 4.5: Yaşam döngüsü aşamalarına göre gıda atıklarının su ayak izi (kg/L). 47

Tablo 4.6: Süpermarket gıda atıklarının "Tarımsal Üretim"den kaynaklı su ayak izi. 48

Tablo 4.7: Yaşam döngüsü aşamalarına göre gıda atıklarının enerji ayak izi (kg/MJ). 50

Tablo 4.8: Süpermarket gıda atıklarının "Tarımsal Üretim"den kaynaklı enerji ayak izi (MJ). 51

Tablo 4.9: Gıda atıklarından kaynaklı Toplam Karbon Ayak İzinin Emisyon Envanterine Göre Dağılımı. 53

Tablo 4.10: %100 Anaerobik katı atık düzenli depolama modeli. 55

Tablo 4.11: %100 Kompost modeli. 55

Tablo 4.12: %100 Biyogaz modeli. 56

Tablo 4.13: %50 atık azaltımı ile düzenli depolama. 57

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler **Açıklama**

CO_2e : Karbondioksit eşdeğeri
MJ : Mega Joule

Kısaltmalar **Açıklama**

AB : Avrupa Birliği
BM : Birleşmiş Miletler
BMİDÇS : Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
EPA : Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
FAO : Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü
GHG : Sera gazı emisyonları
GWP : Küresel ısınma potansiyeli
IPCC : Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
OECD : Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
SDG : Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri
TMO : Toprak Mahsülleri Ofisi
YDD : Yaşam döngüsü değerlendirmesi

ÖZET

DOKTORA TEZİ

Türkiye'de Süpermarketlerden Kaynaklanan Gıda Atıklarının

Karbon, Su ve Enerji Ayak İzlerinin Belirlenmesi

Belkıs ÇAKAR

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Serdar AYDIN

Dünyada her yıl insan tüketimi için üretilen tüm yiyeceklerin 1/3'ü kaybolmakta veya israf edilmektedir. Bununla birlikte, gelişmekte olan ülkelerde, beş yaşın altındaki yaklaşık beş milyon çocuk her yıl yetersiz beslenme ile ilgili nedenlerden ölmektedir. Gıda israfıyla ilgili kamuoyu endişesi, uluslararası, bölgesel ve ulusal düzeylerde dünya çapında giderek artmaktadır. Etik ve sosyal yönlerinin yanı sıra, gıda atıkları finansal kayıplara ve su, enerji, arazi kullanımı gibi sınırlı kaynakların israfına neden olur ve küresel ısınma ve iklim değişikliğine katkıda bulunan Sera Gazı emisyonları üretir.

Süpermarketler, gıda tedarik zinciri boyunca gıda atığı konusunda önemli bir aktördür. Perakendecilerin üreticiler ve tüketiciler arasında bir bağ kurduğu düşünüldüğünde, perakende sektörünün ele alınması, tüm paydaşlara ilişkin olarak gıda israfını azaltmak için anahtar noktalardan biri olabilir. Bu temelde, BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi 12.3, 2030 yılına kadar kişi başına küresel gıda atıklarının perakende ve tüketici seviyelerinde yarıya indirilmesini ve üretim ve tedarik zincirlerinde (hasat sonrası kayıplar dahil) gıda kayıplarını azaltmayı amaçlamaktadır (UNEP, 2015). Bu nedenle bu çalışmada perakende gıda atıklarının miktarının belirlenmesi ve çevresel etkilerinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Süpermarketlerden kaynaklanan gıda atığı ile ilişkili çevresel etkileri araştırmak için yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) kullanılmıştır. YDD, çevresel etkileri ölçülebilir olarak gösteren ve sonuçları entegre bir yaklaşımla yorumlayabilen bir araçtır. Analiz sonuçları, her yaşam döngüsü aşamasında enerji ayak izi (tüketilen birincil enerji), karbon ayak izi (üretilen

GHG emisyonları) ve su ayak izi (tüketilen su) olarak sunulmuştur. Genel olarak, gıdaların üretimi, taşınması ve bertarafı ile ilgili çevresel etkiler dikkate alınmıştır. İsraf edilen gıda ürünlerine ilişkin veriler, Türkiye'de İstanbul büyükşehir sınırları içindeki 97 perakende mağazası tarafından sağlanmıştır.

97 mağazada bir yıl 6 aylık dönemde toplam 881,3 ton gıda atık hale gelmiştir. İlişkili toplam karbon ayak izi 340 ton CO_2e veya 226,6 ton CO_2e / yıl olarak hesaplanmıştır; su ayak izi 209,5 * 103 m^3 su veya 139,7 * 103 m^3 / yıl ve enerji ayak izi 178,5 * 104 MJ veya 119 * 104 MJ / yıl olmuştur.

Gıda Atık Yönetimi Hiyerarşisi tarafından israf edilen gıdaların yönetilmesiyle ilişkili olarak "Gıda atıklarının en aza indirilmesi" önceliklendirilmektedir. Bununla birlikte, gıda atıklarının tamamen önlenmesi mümkün değildir. Gıda atıkları için optimum atık yönetimini bulmak amacıyla, bu tezde atık yönetimi senaryoları modellenmiştir. Gıda atıklarının anaerobik çürütme modelinin, biyogaz potansiyeline bağlı olarak karbon ayak izini azaltmak için en yüksek potansiyele sahip olduğu bulunmuştur.

Haziran 2020, 99 sayfa.

Anahtar kelimeler: Gıda atığı, karbon ayak izi, su ayak izi, enerji ayak izi, YDD.

SUMMARY

Ph.D. THESIS

Determination of Carbon, Water and Energy Footprints of Food Waste Originating From Supermarkets in Turkey

Belkis CAKAR

Istanbul University-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Environmental Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serdar AYDIN

Every year around the globe 1/3 of all food produced for human consumption is lost or wasted. However, in developing countries, almost five million children under the age of five die of malnutrition-related causes every year. The public concern about food wastage is ever-increasing worldwide at the international, regional, and national levels. Besides ethic and social aspects, food waste causes financial losses and waste of limited resources such as water, energy, land use, and it produces Greenhouse Gas emissions contributing to global warming and climate change.

Supermarkets are an important actor regarding food waste throughout the food supply chain. Considering the retailers building a link between producers and consumers, handling the retail sector could be one of the key points in order to reduce food waste as regarding all sharers. On this basis, the UN Sustainable Development Goal 12.3 aims for halving per capita global food waste at the retail and consumer levels and reducing food losses along production and supply chains (including post-harvest losses) by 2030 (UNEP, 2015). Therefore in this study aimed to determine the quantified retail food waste and analyzed its environmental impacts. Life cycle assessment (LCA) was used to investigate the environmental impacts associated with food waste originating from supermarkets. LCA is a tool that shows environmental impacts as quantifiable and is able to interpret the results with an integrated approach. Analysis results were presented as the energy footprint (primary energy used), carbon footprint (GHG emissions

generated), and water footprint (water used) at each life cycle stage. In general, environmental impacts associated with the production, transportation, and disposal of food were considered. Data on wasted food products was provided by 97 retail stores in Istanbul metropolitan city in Turkey.

In total, 881,3 ton of food was wasted in the 97 stores over a one year and 6-month period. The associated total carbon footprint was calculated as 340 tons of CO_2e or 226,6 tons of CO_2e/year; water footprint was 209,5*103 m^3 of water or 139,7*103 m^3/year and energy footprint was 178,5*104 MJ or 119*104 MJ/year.

"Food waste minimization" is being prioritized associated with managing the wasted food by Food Waste Management Hierarchy. However, the preventing of food waste entirely is not possible. To find out the optimum waste management for food waste, waste management scenarios were modeled in this thesis. Anaerobic digestion model of the food waste was found to have the highest potential to reduce the carbon footprint depending on biogas potential compared.

June 2020, 99 pages.

Keywords: Food waste, carbon footprint, water footprint, energy footprint, LCA.

1. GİRİŞ

1.1. SÜRDÜRÜLEBİLİR GIDA ÜRETİMİ VE GIDA ENDÜSTRİSİ

Birleşmiş Milletlerin yaptığı projeksiyonlara göre 2050 yılına kadar 9,7 milyara ulaşması beklenen Dünya nüfusunun beslenme ihtiyacını karşılamak için, gıda üretiminin %60 oranında arttırılması gerekmektedir (FAO, 2013). Giderek artan gıda talebi daha fazla üretimi tetiklemekte; bu da kuşkusuz daha fazla arazi kullanımı, daha fazla su ve enerji tüketimi anlamına gelmektedir. Temel kaynakların sınırlı olduğu açıktır. Gerek sınırlı doğal kaynakların tüketimi ve gerekse "hangi tür gıdanın ne kadar miktarda, kim tarafından nasıl üretildiği; taşınması-işlenmesi-paketlenmesi-dağıtılması ve satılması" konularındaki rekabet gıdayı global bir 'problem' haline getirmiştir (Garnett, 2014).

21. Yüzyılın getirdiği modern yaşam tarzı, gelişmiş lojistik, ileri teknolojilerle gıdanın raf ömrünün uzaması, farklılaşan tüketim pratikleri gibi faktörler beslenme alışkanlıklarını da değiştirmiştir. Farklı coğrafyalara-kültürlere-mevsimlere ait lezzetler; küreselleşen bir gıda üretim ve dağıtım sisteminin sonucu bir menüde toplanabilmektedir. Bununla birlikte, günümüzde gıda üretim sitemlerinin büyük ölçüde fosil yakıta dayalı olduğu göz önüne alındığında, tarım-enerji ve gıda güvenliği arasında oluşan güçlü bağ; sürdürülebilir bir gıda üretimini gerekli kılmaktadır. Sürdürülebilir gıda üretimi; "çevreyi kirletmeyen, yenilenemeyen enerji ile doğal kaynakları koruyan, ekonomik anlamda güçlü toplumlar yaratmayı amaçlayan, tüketiciler için güvenli olan ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarından ödün vermeyen süreç ile sistemleri kullanan üretim yöntemidir" (Foresight, 2011; EUFIC, 2015).

Artan nüfus, sınırlı kaynaklar, iklim değişikliğinin getirdiği belirsizlikler ve enerji politikaları gibi etmenler, gıda endüstrisini bütüncül bir yaklaşımla ele alarak; üretimden atık bertarafına dek her adımda verimli kaynak kullanımı ve minimum çevresel etki ile dönüştürmeyi gerektirmektedir. Unutulmamalıdır ki, tarım sektörü ve gıda üretimi bir ülkenin sosyo-ekonomik kalkınması ve gıda güvencesi adına önemli bir role sahiptir.

1.2. GIDA ATIĞI PROBLEMİ

Gıda kayıpları ve gıda israfı son yıllarda ulusal-bölgesel ve uluslararası platformlarda öne çıkan bir gündem olarak dikkat çekmektedir. Hasat sırasında, işleme tesislerinde, ürünlerin paketlenmesi, saklanması ya da dağıtımı esnasında meydana gelen kayıplar ile evlerimizde ya da restoranlarda çeşitli nedenlerle çöpe atılan gıda ürünlerinin tümü gıda israfının kaynakları olarak gösterilebilir (Parfitt ve diğ., 2010; Lipinski ve diğ., 2013). Her yıl küresel olarak insani tüketim için üretilen gıdanın üçte biri, yani yaklaşık 1,3 milyar ton gıda, kayıp veya israf edilmektedir (Gustavsson et al., 2011). FAO'nun 2011 yılında yayınladığı rapora göre dünya nüfusunun 7'de 1'inin kronik açlıkla mücadele ettiği ve düzenli olarak aktif bir yaşam sürdürecek miktarda yiyecek temin edemediği tahmin edilmektedir (FAO, 2011). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) bildirdiğine göre; gelişmekte olan ülkelerde, her yıl beş milyon civarında henüz beş yaş altı çocuk yetersiz beslenmeden ötürü yaşamını kaybetmektedir (FAO, 2012).

Mayıs 2015'te İstanbul'da gerçekleştirilen G20 Tarım Bakanları Toplantısında, gıda israfının boyutları "muazzam ekonomik, çevresel ve sosyal önemi haiz küresel bir sorun" olarak vurgulanmıştır (G20 Tarım Bakanları Toplantısı, 2015). Bu anlamda gıda atığı, sürdürülebilir kalkınmanın üç ana bileşeni ile yakından ilgilidir; ekonomik, çevresel ve sosyal etkiler. Tüm bu bileşenler ayrı düşünülemeyeceği gibi sunulacak çözümler de ancak bütününü kapsayan bir bakış açısıyla anlam kazanacaktır. 2015'te kabul edilen "Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri" (SDG) bu amaçla, sürdürülebilirlik hedeflerinden biri olarak "2030 yılına kadar, kişi başına düşen küresel gıda atığını perakende ve tüketici seviyelerinde yarıya indirmeyi ve arz zinciri boyunca oluşan gıda kayıplarını azaltmayı" hedeflemektedir (UNEP, 2015).

Gıda atığı; oluşum safhasına göre birçok başka problemin habercisi olabilir. Örneğin tüketici seviyesinde değil de tarımsal üretimden itibaren meydana gelen hasat kayıpları ile tedarik zinciri boyunca depolama ve dağıtım aşamalarında oluşan atıklar; yetersiz koşullara ve altyapısal problemlere işaret etmektedir (Parfitt, 2010; Gustavsson ve diğ., 2011; Tatlidil ve diğ., 2013; UNEP, 2019). Bu da gıda atığını, esasen, farklı sektörlerden kaynaklı birçok başka ardışık problemin ortaya çıkardığı bir sonuç yapar. Öte yandan gıda atığı, bertarafı gereken bir atık problemi olmasının yanında, başka problemlere de yol açabilir. Örneğin gıda zincirinde meydana gelen kayıplar, gıda üreticilerinin sağladıkları gelirin düşmesiyle tüketici fiyatlarının artmasına neden olmaktadır (World Bank, 2018); tüketici fiyatlarının artması ise toplumun her

kesimi için gıdaya erişim imkanını kısıtlayarak ulusal gıda güvencesi kapasitesini düşürmektedir.

Gelişmiş ülkelerde meydana gelen gıda kaybı ile gelişmekte olan ülkelerdeki gıda kaybının oluşum nedenleri, aşamaları ve miktarları farklılık gösterse de gıdanın kişisel ihmal veya tercihlerle yahut zayıf altyapısal koşullardan ötürü çöpe gitmesi, sonuç itibariyle daha fazla gıda üretimine yol açmaktadır (Gustavsson ve diğ., 2011). Bu durum gıda üretimine bağlı su kıtlığı, iklim değişikliğine neden olan sera gazlarının oluşması, daha fazla tarım alanı açmak için ormansızlaştırma, toprak tahribatı ve tüm bunlarla ilişkili pek çok çevresel probleme neden olmaktadır.

1.3. GIDA ATIĞININ ÇEVRESEL ETKİLERİ

Bir tarafta, bir önceki bölümde dikkat çekilmiş olan giderek artan gıda talebi, diğer yanda ise her yıl küresel miktarda ciddi boyutlara ulaşan gıda atığı ve bu ikisi arasındaki dengesizlik doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı artırmaktadır. Gıdanın, 'tarladan sofraya' gelene kadar geçtiği aşamalar boyunca sarfedilen tüm girdilerin çevresel ve finansal bir yükü vardır. Buradan hareketle açık bir şekilde denilebilir ki; çöpe giden gıda aynı zamanda su, enerji, arazi kullanımı gibi sınırlı kaynakların da israfı anlamına gelmektedir.

Gıda ürünlerinin yetiştirilmesinde oldukça ciddi miktarda bir su tüketimi söz konusudur. Öyle ki tarımsal sulama, dünya üzerindeki su kullanımının %70'ini oluşturmakta olup (FAO, 2013; OECD, 2016; WorldBank, 2017) bazı gelişmekte olan ülkelerde bu miktar %95'e kadar çıkabilmektedir (FAO, 2017). Her bir gıda ürünü çeşitli değişkenlere bağlı olarak ayrı su ayak izine sahiptir ve oluşan atık gıdanın neden olduğu su israfı buna göre farklılık göstermektedir. FAO (2013)'nun 'Tahıllar, kök ve yumru bitkiler, yağlı tohumlar, bakliyatlar, meyveler, sebzeler, etler, balıklar, deniz ürünleri, süt ve yumurta' gruplarından oluşan; 2007 verileriyle gerçekleştirdiği çalışması dünyanın çeşitli bölgelerindeki kayıp ve israfları arz zincirinin farklı aşamaları için modelleyerek hesaplamıştır. Buna göre, küresel olarak üretilen toplam gıdanın çöpe giden 3'te 1'inin neden olduğu su israfı 250 km^3 su olup Amerika'nın yıllık su tüketiminin üç katından daha fazla bir miktara (FAO, 2013), başka bir ifadeyle ise tüm Avrupa kıtasının yıllık su tüketiminin dört katına karşılık gelmektedir (URL1). Bu açıdan, gıda atığını azaltmak

için alınacak tedbirler yeryüzündeki tatlı su rezervlerini korumaya yardımcı olacak önemli önlemler arasında gösterilebilir.

Gıda üretimi, tüketim alışkanlıklarının da gıda endüstrisine yön vermesiyle giderek yoğunlaşmış ve özellikle ticari et üretiminin son yıllarda artmasıyla birlikte ivmelenen hayvancılık faaliyetleri; tarım alanlarını artırmak için ormanlık arazilere kontrolsüzce bir müdahaleyi getirmiştir. Her yıl çiftçiler tarafından 4,5 milyar hektar büyüklüğünde ekilen arazinin 1,4 milyar hektarı (Avrupa'dan daha büyük bir alan) yenilmeden çöpe gidecek gıdalar için boşa ekilmektedir (FAO, 2013; URL1).

Gıda atıklarının üzerinde durulması gereken bir başka çevresel etkisi, iklim değişikliğindeki payıdır. Yenilmeden çöpe giden gıdaların üretiminden kaynaklı karbon ayak izinin 4,4 G ton olduğu ve küresel sera gazı emisyonunun %8'ine karşılık geldiği tahmin edilmektedir (FAO, 2014). Öyle ki şayet bir ülke olsaydı; gıda atıklarının Çin ve Amerika'dan sonra tüm dünyada en fazla sera gazı emisyonu yayan ülkeler arasında üçüncü sıralamaya sahip olacağı bilim insanları tarafından dile getirilmektedir (FAO, 2013)

1.4. SÜPERMARKETLERİN GIDA TEDARİK ZİNCİRİNDEKİ ROLÜ

Perakendecilik, gıda değer zincirindeki 'evsel tüketim' ve 'tarımsal üretim' gibi aşamalarla karşılaştırıldığında daha az miktarda atık üretmesine rağmen (FAO, 2013), tüm bir tedarik zinciri boyunca oluşan atıklarla ilgili önemli bir etkiye sahiptir.

Perakendeciler tedarik zincirinin sonuna doğru yer almaktadır ve bu nedenle gıda; süpermarketlere ulaşmadan önce taşımacılık, ambalajlama ve diğer işlemlerle birlikte giderek büyüyen bir çevresel etki biriktirmektedir. Bu da perakende seviyesinde atık hale gelen gıdanın, daha erken seviyelerde oluşan atık gıdaya nispeten daha yüksek bir çevresel ve finansal maliyete neden olduğunu gösterir (Scholz ve diğ., 2015; Eriksson, 2015). Süpermarketler hem tedarikçiler hem de tüketiciler tarafından üretilen atık miktarını etkilemeleri yönüyle önemli bir atık gıda gözlem ve önlem noktasıdır. Örneğin, perakendecilerin katı kalite standartları, ürününü satışa sunan çiftçi için henüz hasat seviyesinde büyük miktarda gıda israfına yol açabilmektedir (Brancoli ve diğ., 2017). Tüm bunların yanında, atık fraksiyonlarının ve

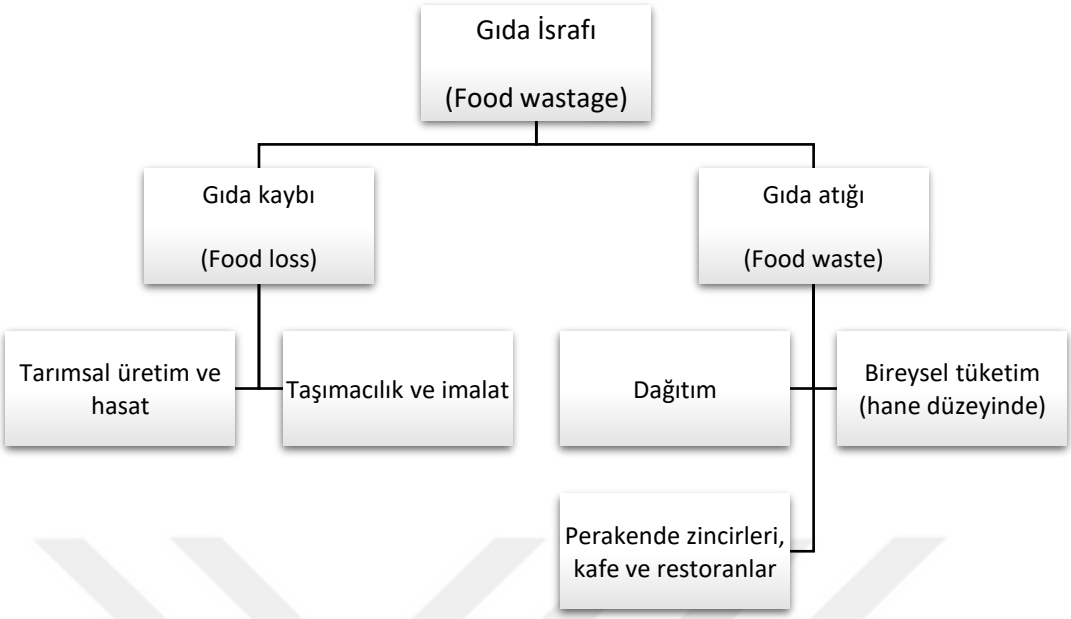
miktarlarının daha kolay analiz edilebilmesi, araştırma için süpermarketleri potansiyel anlamda iyi bir hedef kılmaktadır.

Bu çalışma gıda arz zinciri boyunca oluşan gıda atıklarından kaynaklı çevresel etkiyi azaltmak için süpermarketlerin öncelikli alanlardan biri olabileceğini göstermeyi amaçlamaktadır. Süpermarketler, sadece meydana gelen atık miktarı nedeniyle değil, üreticiler ve tüketiciler için ortak bir kesişim alanı olması yönüyle de etki sahası geniş bir gıda atığı oluşum noktasıdır. Süpermarketlerden kaynaklı gıda atıklarının neden olduğu çevresel etkinin belirlenmesi; perakendecilerin atık gıda konusunda farkındalık kazanarak gıda atıklarını azaltmalarını ve tüketicilerle kuracakları iletişim sayesinde çevresel farkındalığı artırarak onların da kurumsal sorumluluklarını yerine getiren tedarikçileri tercih etmelerini mümkün kılacaktır. Bu çalışma aynı zamanda süpermarketlerden kaynaklı gıda atığı yönetimi için optimum atık bertaraf modelini araştırarak gerek tedarikçilere ve gerek yerel yönetimlere yol gösterici olmayı hedeflemektedir.

2. GENEL KISIMLAR

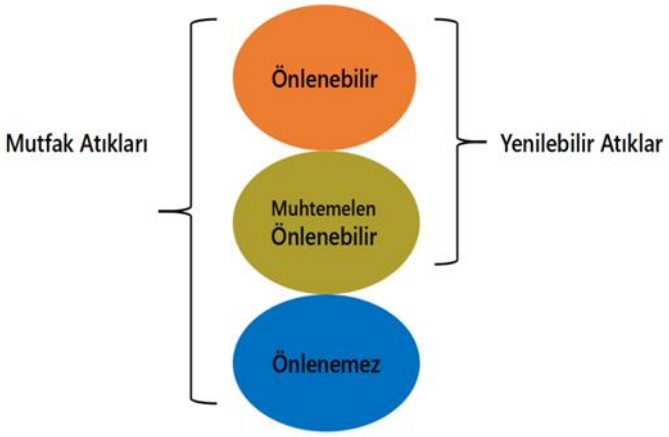
2.1. GIDA ATIĞI TANIMI VE KAPSAMI

"Gıda atığı" ve "Gıda kaybı" bilimsel literatürde insan tüketimi için üretilmiş olan gıdaların daha sonra atılması, kaybı, bozunması veya kontamine olması şeklinde tanımlanmaktadır. Literatüre geçen ilk tanımlardan biri olarak gösterilebilecek Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) tanımına göre "Gıda kaybı"; insan tüketimine yönelik üretilen sağlıklı, yenilebilir malzemenin besin tedarik zincirinin herhangi bir noktasında kaybolması, bozunması veya böcekler tarafından yenmesiyle ortaya çıkmaktadır (FAO, 1981). Burada işaret edilen gıda zinciri; hasat sonrası ile başlayıp nihai tüketiciye dek olan periyodu kapsamaktadır. Parfitt ve arkadaşları çalışmalarında, gıda atığı terimini; perakendeci ve tüketici davranışlarıyla ilişkili olarak ve gıda zincirinin sonunda (perakende ve son tüketim aşamasında), gıda kaybı terimini ise altyapıya yatırım gerektiren sistemlerle ilgili olarak ve 'üretim, hasat sonrası ve işleme aşamalarında' oluşan atık gıdalar için tanımlamıştır (Parfitt ve diğ., 2010). Gıda kaybı ve gıda atığı arasındaki bu ayrım FAO'nun daha yakın zamanlı bir çalışmasında bu tasnifi destekleyecek şekilde şöyle ifade edilmiştir: "Gıda kaybı; gıda zincirinin tarımsal üretimden itibaren olmak üzere hasat sonrası ve gıda işleme aşamalarında meydana gelirken, Gıda atığı; gıda zincirinin son periyodu olan dağıtım, satın alma ve nihai tüketici aşamalarında" oluşmaktadır (Gustavsson ve diğ., 2011), (bkz; Şekil 2.1). Buna göre gıda kaybı temel olarak yapısal problemlerden kaynaklı olarak gösterilmekte iken, gıda atığı ise öncelikli olarak çeşitli davranışsal eğilimlerle ilişkilendirilmektedir. Ayrıca bu tanıma eskisinden farklı olarak 'tarımsal üretim' esnasında (tarlada) meydana gelen kayıplar da dahil edilmiştir.



Şekil 2.1: FAO, 2011'e göre gıda israfının tasnifi.

Başka bir bakış açısı ile incelendiğinde, "Gıda kaybı ve atıkları", insan tüketimi için üretilmiş veya hasat edilmiş, ancak insanlar tarafından tüketilmeyen bitki ve hayvanların 'yenilebilir (edible) kısımlarını' ifade eder (WRAP, 2009; Parfitt, 2010; Lipinski ve diğ., 2013, Schneider, 2013). Bu tanıma göre örneğin kemik-kabuk-çekirdek gibi gıdanın yenilemeyen (inedible) kısımları kapsam dışıdır. Yine de konunun kültürler arası değişkenlik gösterebilecek müphem bir alan olduğu söylenebilir. Kimi kültürlerde birtakım gıdaların belirli kısımları yenilebilir olarak nitelendirilirken, kimi kültürlerde aynı kısımların çöpe gidecek parçalar şeklinde kabul görebileceği tahmin edilebilir bir öngörüdür. Ancak karmaşık veya daha az dikkate değer gibi duran bu ince hususun göz ardı edilmesinin; gıda kaybı ve atığının ölçümlenmesi aşamasında kümülatif olarak ciddi bir sapmaya neden olma riski taşıdığı; dolayısıyla atık önleme ve değerlendirme ile ilgili çalışmalarda belirlenecek stratejilere yön vermesi açısından da yanıltıcı sonuçlar doğurabileceği unutulmamalıdır. Bu şekilde bir yaklaşımla gerçekleştirilen bir örnek İngiltere'de evsel gıda atıklarıyla ilgili yapılan bir çalışmada görülebilir. Şekil 2.2'de görülebileceği gibi, çalışmada, gıda atıkları; kabuk-çekirdek gibi kısımları dikkate alınarak, önlenebilir-muhtemelen önlenebilir-önlenemeyen olarak üç sınıfa ayrılarak tanımlanmıştır ve hesaplamalar bunun üzerinden gerçekleştirilmiştir (WRAP, 2009).



Önlenebilir gıda ve içecek atıkları; Atılmadan önce genellikle büyük bir kısmı yenilebilir olan gıdalar

Muhtemelen önlenebilir gıda ve içecek atıkları; Kimilerinin yiyip kimilerinin yemediği veya pişirildiği takdirde yenebilir hale gelebilen gıdalar (Patates kabukları, ekmek kırıntıları...)

Önlenemeyen gıda atıkları; Gıdanın hazırlık aşamasından kaynaklanmayan ve normal şartlar altında yenilemeyen (kemik, yumurta kabuğu gibi)

Şekil 2.2: Gıda atıklarının sınıflandırılması (WRAP, 2009).

Bu bakış açısıyla, yani atık gıdanın daha doğru ölçümlenerek gerçeğe daha yakın verilerin toplanması amaçlanarak, tüm hükümetler, şirketler ve işletmelere yönelik ortak bir dil oluşması adına UNEP, WRAP, WRI gibi çeşitli uluslararası paydaşların bir araya gelmesiyle söz konusu tartışmalı noktaları da dikkate alan global bir rehber çalışma hazırlandığını not düşmek değerli olacaktır (FLW Protocol, 2016). Buna göre, gıda güvenliğiyle ilgili bir kuruluş sadece yenilebilir gıda kaybını ölçmek isteyebilirken, başka durumlar hem yenilebilir gıda atıklarının hem de ilişkili yenilemeyen parçaların ölçülmesini gerektirebilir (Örneğin atık yönetimi altyapısını geliştirmek veya gıda atıklarından değer elde etmeye yönelik fırsatları anlamaya çalışma amacı taşıyan bir girişim).

Türkiye'nin de Avrupa Birliği (AB) uyum süreci çerçevesinde sorumlu olduğu AB FUSIONS Girişimi (Atık Önleme Stratejilerini Optimize Ederek Sosyal Yenilik için Gıdanın Kullanımı-Food Use for Social Innovation by Optimising Waste Prevention Strategies) projesi ise gıda atığını tarım-gıda sisteminin bir parçası olarak görmüş ve geri kazanım için bir kaynak olması yönüyle değerlendirmiştir. Böylece gıda atıklarını; "geri kazanılacak" veya "kompost, katı atık depolama, biyo-enerji üretimi, anaerobik arıtım" gibi yöntemlerle bertarafı yapılacak -gıda zincirinden diskalifiye olan, atılan veya kaybolan- tüm gıda ve yenmeyen gıda parçaları olarak tanımlamaktadır (Östergrenet ve diğ., 2014). Burada çizilen çerçeveye göre gıda kaybı ve gıda atığının oluşma aşaması önemli olmaksızın discharge sonrası itibariyle bir değerlendirildiği görülmektedir. Bu yönüyle gıda kaybı ve gıda atığı tanımlarının örtüştüğü söylenebilir. Literatürde gıda atığı ve gıda kaybı arasında tanımsal farklılıklar olmakla birlikte, pratikte buna uygun tutarlı bir çalışmanın henüz olmaması konuyu tartışmalı kılmaktadır. Bu noktada

yapılacak araştırmaların/saha çalışmalarının amacına uygun olarak aşağıdaki yaklaşımlardan biri tercih edilebilir:

i. Geri kazanım ve atık bertarafı açısından bakıldığında gıda kaybı ve gıda atığı farklılık göstermez ve aynı kapsamda değerlendirilebilir.

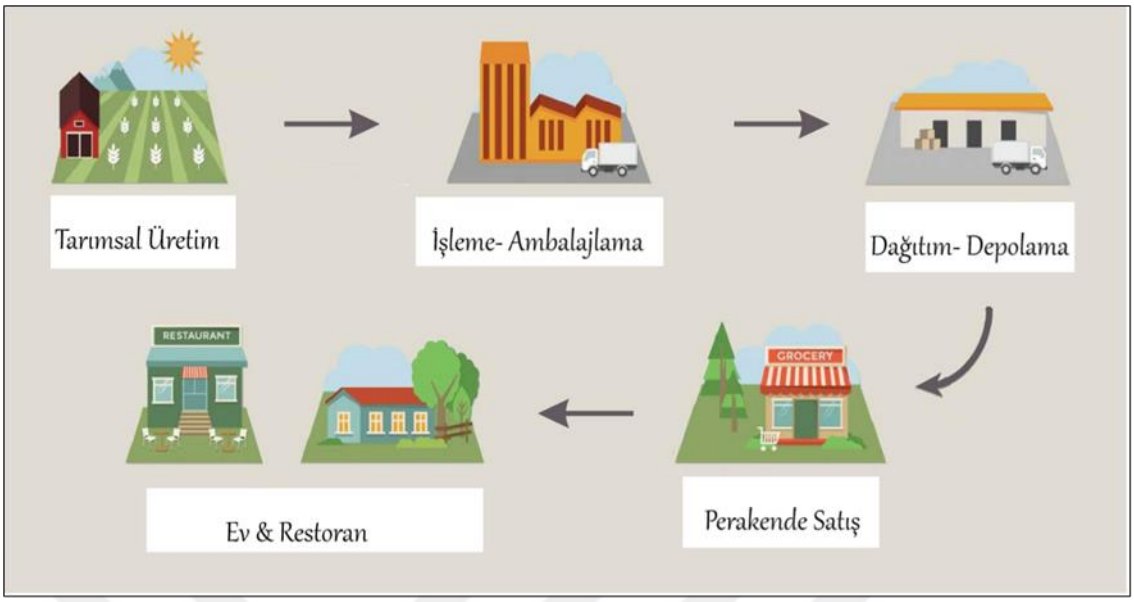
ii. Gıda güvenliği ve atık önleme politikaları açısından; gıdanın hangi seviyede atık veya kayıp hale geldiğine dair kavramsal bir çerçevenin olması, gıda 'atık' hale gelmeden önce alınacak tedbirler dolayısı ile 'Gıda Atığı Yönetimi'nin önemli bir parçası olabilir. Bunun içinse gıda atığı ve gıda kaybı ayırdının yapılması mühimdir.

Son olarak FAO (2014)'nun en güncel tanımına göre; 'Gıda kaybı, insan tüketimi için üretilen ancak insanlar tarafından yenilmeyen tüm gıdaları ifade eder. Gıda kaybı "yiyecek miktarındaki veya kalitesindeki düşüş" olarak tanımlanmaktadır. Gıda atığı 'gıda kaybının bir parçasıdır ve birincil üretimden son tüketiciye kadar tüm gıda tedarik zinciri boyunca insan tüketimi için güvenli ve besleyici olan gıdaların atılması veya alternatif (gıda dışı) kullanımı anlamına gelir. Gıda atıkları, gıda kaybının ayrı bir parçası olarak kabul edilir, çünkü onu oluşturan dinamikler gıda kaybını oluşturanlardan farklıdır (FAO, 2014).

Bu tez çalışmasında yukarıda sıralanan yaklaşımlardan ikincisi dikkate alınacak, datanın kapsamı çerçevesinde FAO (2014)'nun tanımına uygun olarak "Gıda atığı" terimi tercih edilecektir. Gıda atığı terimi; araştırmanın Materyal ve Metot bölümünden itibaren 'insan tüketimi için üretilmiş ancak çeşitli nedenlerle çöpe giden tüm gıdalar' için 'yenilemeyen kısımları da dahil olmak üzere' kullanılacaktır.

2.1.1. Gıda Kaybı ve Atığının Oluşma Nedenleri

Gıda tedarik zincirini genel hatlarıyla kategorize etmek gerekirse Şekil 2.3'teki gibi bir sınıflandırmayla gıda temininin sağladığı söylenebilir. Bu akış diyagramına göre tarımsal üretim, işleme, depolama, dağıtım, perakendecilik ve son tüketim gibi aşamalar boyunca çeşitli nedenlerle gıda kaybı ve atığı oluşur (Gustavsson ve diğ., 2011; FAO, 2013).



Şekil 2.3: Gıda'nın 'tarladan sofraya' tedarik zinciri boyunca geçtiği aşamalar.

Küresel olarak değerlendirildiğinde gıda tedarik zincirleri boyunca oluşan toplam kayıp ve atığın %54'ü üretim ve hasat sonrası, %46'sı da işleme, dağıtım ve tüketim aşamalarında oluşmaktadır. Sadece tarımsal üretim safhası tek başına %33'lük dilim ile ile gıda zinciri boyunca oluşan atık gıdada en büyük paya sahiptir (Gustavsson ve diğ., 2011). Elbette bu tablo bölgelere ve ülkelere göre farklılık göstermektedir. Bu nedenler; optimal olmayan hasat zamanı, tarlada bırakılan ürünün zararlılar-kemirgenler-kuşlar tarafından zarar görmesi, harmanda kullanılan zayıf teknikler, lojistik ve dağıtımdaki altyapısal problemler nedeniyle taşımada oluşan ezilme-sıkışma veya sıcaklık, depolama ve soğutma sistemlerindeki yetersizlik, uygun olmayan işleme ve paketleme süreçleri sırasında yaşanan teknik sorunlar ve kontaminasyon sonucu yaşanan kayıplar (Parfitt, 2010; TUGİS, 2015), pazarlama sistemlerinden kaynaklanan estetik açıdan mükemmel olmayan ve boyut-ağırlık gibi piyasa tarafından belirlenen kalite standartlarını karşılamayan meyve ve sebzelerin atılması (Stuart, 2009; Brancoli ve diğ., 2017; FAO, 2019), tüketicilerin; ürünlerin son kullanma tarihlerini yanlış yorumlayarak en yeni tarihli ürünleri tercih etmesiyle diğerlerinin elde kalması (SEPA, 2008; Oral, 2015; FAO, 2019) olarak sıralanabilir. Nihai tüketici tarafından meydana gelen gıda atığının nedenleri olarak ise; satın alma-pişirme ve servis sırasında tüketebileceğinden daha fazla gıda satın alımı- saklama koşullarına dikkat etmeme- son kullanma tarihlerini geçirme- kişi sayısından fazla pişirme-yiyebileceğinden daha fazla porsiyon alma vb. nedenler gösterilmektedir (WRAP, 2009; Papargyropoulou ve diğ., 2014).

2.1.2 Gıda Kaybı ve Atığının Ölçümlenmesi

Literatüre göre gıda atığı genel olarak gıda kütlesi olarak ölçülmektedir. Ancak verinin kapsamına ve yapılacak çalışmanın amacına uygun olarak farklı yöntemler de izlenmektedir. Buna göre gıda kayıp ve atık ölçümünü dört ana şekilde sınıflandırmak mümkündür:

- *Gıda kütlesi*; gıda kaybı ve atığını ölçümlemede sık başvurulan bir yöntem olarak hacim ve kütle kaybı ölçümü gelmektedir. Daha kolay veri toplanması ve çeşitli çalışmalarda mukayese kolaylığı sağlaması tercih nedeni olarak gösterilebilir (Gustavsson ve diğ., 2011; Food Loss and Waste Protocol FLW Protocol, 2016). Kütle değeri iyi tanımlanmış bir birim olduğundan ve gıda zinciri boyunca (işleme hariç) değişmediğinden çalışmaya şeffaflık ve güvenilirlik sağlar (Eriksson, 2015). Bu tez çalışması, bu yöntem kullanılarak yürütülmüştür.
- *Kalori*; Kütlesel olarak hesaplanan atık gıdada bulunan çeşitli gıda türlerinin içeriklerine göre kalori miktarları belirlenerek hesaplanmaktadır. Buna göre enerji-yoğun gıdaların atıkları daha yüksek sonuçlar verecektir (Pekcan ve diğ., 2006; Gustavsson ve diğ., 2011; Kummu, 2012; Buzby ve diğ., 2014; Reynolds, 2016)
- *Besinsel Değer*; atık gıdanın kütlesel olarak ölçülmesi, besin değerini yansıtması açısından her zaman netlik sağlamamaktadır. Örneğin kütlesel olarak gıda kaybolmamış veya azalmamış olabilir ancak saklama koşulları, raf ömrünü uzatmak için yapılan uygulamalar, diğer bazı endüstriyel süreçler ve pişirme, haşlama, kurutma gibi işlemler sırasında vitamin-mineral kaybı olabilmekte veya proteinlerin kalitesi ve besin değerlerinin ilk hali korunamamaktadır (Oral, 2015). Tüm bunlar ileri gıda teknolojilerinin yanlış olduğunu göstermediği gibi bu uygulamaların ‘gıda erişimi ve gıda güvenliği’ gibi konularda toplumsal fayda gözeten gelişmeler olduğu da gözardı edilmemelidir. Besinsel değer hesaplamaları bölgeden bölgeye değişkenlik göstermektedir (FAO-INFOODS, 2019; EUFIC, 2019). Birçok veriseti, örneğin Türkiye için TURKOMP (TURKOMP, 2013) gibi, ülkelere spesifik olup ilgili verilere ulaşmak mümkünken yalnızca Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA)’nın verisetinde gıdanın yenilebilir ve yenilemeyen kısımları ayrıştırılmış olarak mevcuttur (USDA, 2013). Bu yaklaşımın, besinsel değer hesaplanırken esasen yenilebilir kısım önemli olduğu için, daha güvenilir sonuçlar sağlayacağı düşünülmektedir (FLW Protocol, 2016).

- *Parasal*; gıdanın çöpe gitmesi, aynı zamanda gıdanın üreticiden tüketiciye varıncaya geçirdiği tüm aşamalardaki her bir emtia için yapılan finansal harcamanın da israfı anlamına gelmektedir. Atık gıdanın; üretiminden bertarafına dek gerek sınırlı doğal kaynakların tüketiminin ve gerek iş gücü olarak insan emeğinin finansal bir karşılığı vardır. Amerika için yapılan bir çalışmada, perakende ve tüketici seviyelerindeki toplam gıda kaybı değeri 2010 yılı için yaklaşık 161,6 milyar dolar olarak hesaplanmıştır (Buzby ve diğ., 2014). İngiltere'de ise dört kişilik bir ailenin gıda atıklarının neden olduğu masraf yıllık ortalama hane başı £700, kişi başı £200'ya karşılık gelmektedir (WRAP, 2017).

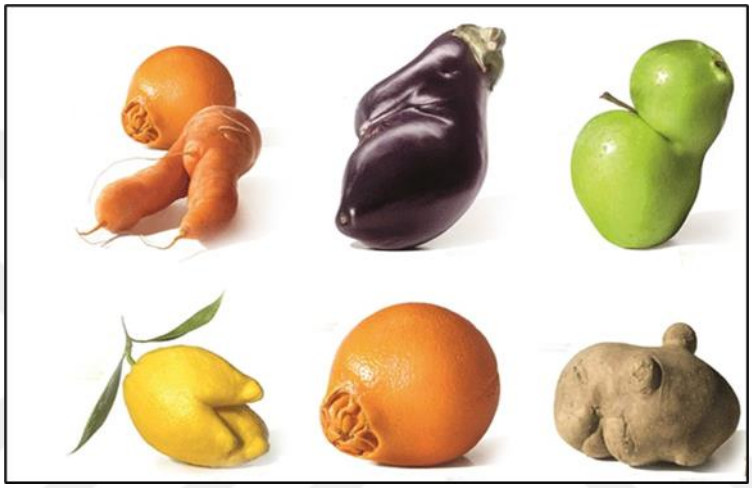
2.2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

2.2.1 Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerde Gıda Atığı

Genel olarak, çöpe giden gıdalar kentsel katı atık depolama sahalarına gönderilmektedir. Belediye katı atığının miktarı ve bileşimi sadece ülkeden ülkeye değil aynı zamanda bölgeden bölgeye ve hatta aynı il sınırları içinde mahalleden mahalleye bile farklılık gösterebilmektedir. Atık kompozisyonlarındaki bu farklılıklar insanların beslenme alışkanlıkları, yaşam tarzı ve uygulanmakta olan atık yönetimi gibi pek çok değişkene bağlı olarak ortaya çıkmakta olup, incelenen coğrafyadaki sosyo-ekonomik yapı ve gelir düzeyi ile yakından ilişkilidir (Ozcan ve diğ., 2016). Bu bakımdan gıda atıkları da oluşum evreleri ve nedenleri yönüyle incelendiğinde görülecektir ki ülkelerin kalkınma düzeylerine ilişkin nedensel bir sınıflandırma yapmak mümkündür.

FAO'nun gıda atıkları üzerine yaptığı global ölçekli çalışmasına göre gelişmekte olan ülkelerde, gıda atıkları temel olarak gıda zincirinin başlangıç evrelerinde ortaya çıkar (Gustavsson ve diğ., 2011) ve bu durumun finansal, yönetimsel ve teknik düzenlemelerle; hasat, depolama ve soğutma işlemlerinin iyileştirilmesiyle önemli ölçüde önlenmesi mümkündür (UNEP, 2019). Orta ve yüksek gelirli ülkelerde ise israfın çoğu gıda zincirinin sonunda gerçekleşir (Gustavsson ve diğ., 2011). Gelişmekte olan ülkelerdeki durumdan farklı olarak, sanayileşmiş ülkelerde tüketici davranış ve tutumları büyük rol oynamaktadır (Parizeau ve diğ., 2015). Mahsülün şekil ve ağırlık gibi belirli kalite standartlarının altında kalarak toplanmaması

ve tarlada bırakılması (Stuart, 2009), ihtiyacın üstünde üretim fazlası gıdanın rafta kalarak bozulması (Buzby ve Hyman, 2012) gelişmiş ülkelerdeki gıda atığının ana nedenleri arasındadır. İngiltere'de büyük süpermarketler yenilebilir durumda olup renk ve boyut gibi fiziksel özellikleri istenilen standartları karşılamadığı gerekçesiyle sebze ve meyveleri geri çevirdiği için mahsulün %30'luk bir kısmının çiftçiler tarafından hasat dahi edilmeden bahçede bırakıldığı rapor edilmiştir (IME, 2013). Şekil 2.4'te bu şekilde oluşan gıda atığına örnek olabilecek gıda ürünleri görülebilir.



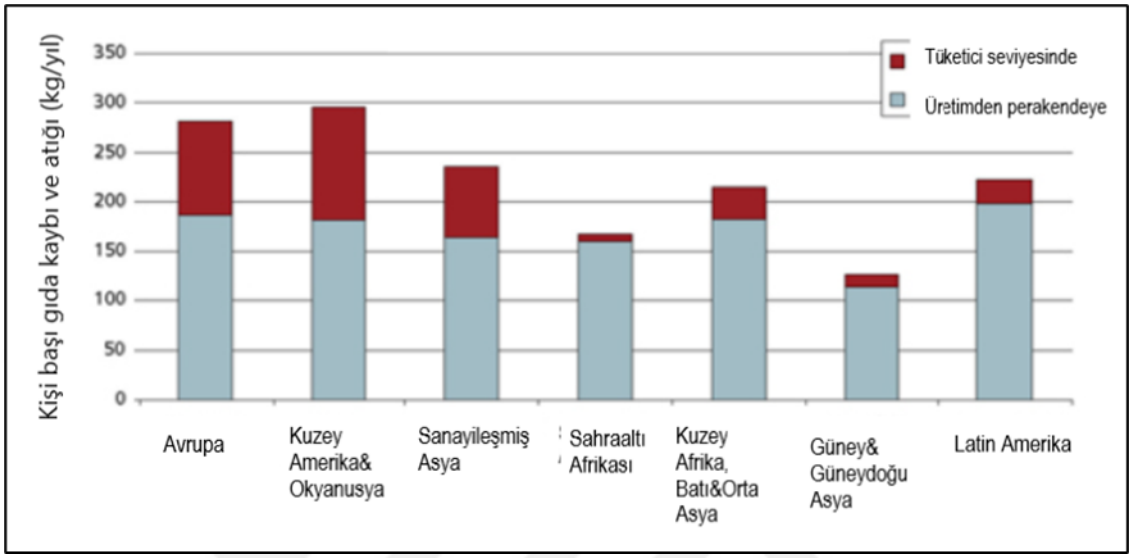
Şekil 2.4: Satış ve pazarlamada estetik açıdan kusurlu kabul edilen gıda ürünleri için bazı örnekler (Havuç, patlıcan, elma, limon, portakal, patates).[1]

Bir başka neden olarak ise ekonomik refah seviyesinin getirdiği ölçüsüzlük gösterilebilir. Düşük gelirli ülkelerde gıda harcamalarının hane halkı bütçesindeki payı %70'lere varabilmektedir, gelir düzeyi yüksek ülkelerde ise gıda harcaması, hane halkı gelirinin %15'ini geçmemektedir; bu açıdan gelir düzeyi yüksek ülkelerde gıda atığı finansal bir kaygı nedeni değildir (Oral, 2015; Şafak-Şimşek, 2015). Thi ve arkadaşlarının (2015) kişi başı Gayri Safi Milli Hasıla ile gıda atığı oluşum oranı arasında bir korelasyon olduğunu belirttiği çalışması da bunu desteklemektedir (Thi ve diğ., 2015). Dolayısıyla bu durum gelişmiş ülkelerdeki gıda atığının tüketici seviyesinde daha yoğun olarak ortaya çıkmasının nedenlerinden bir diğeri olarak değerlendirilebilir.

---

[1] (Kaynak: 2019, Ugly Food: reducir el desperdicio de alimentos, https://www.laespanolaaceites.com/consejos-de-cocina/movimiento-ugly-food-objetivo-reducir-el-desperdicio-de-alimentos/)

Şekil 2.5'te görüldüğü gibi bölgeler arasındaki kişi başı atık miktarı tarımsal üretime nispeten 'tüketici seviyesinde' daha fazla değişkenlik ortaya koymaktadır. Bu, orta ve yüksek gelirli bölgelerdeki atık miktarının tüketici seviyesinde gösterdiği artıştan kaynaklanmaktadır.



Şekil 2.5: Bölgelere ve oluşum aşamalarına göre, kişi başına düşen gıda gıda israfı (Gustavsson ve diğ., 2011).

2.2.2. Türkiye'de Gıda Atığı

Tarım, bir ülkenin ekonomik kalkınması, sosyal gelişimi ve gıda güvenliği ile ilgili en temel dinamiktir. Ülkemiz önemli bir tarım ülkesi olup gıda ithalatında dünyadaki ilk yirmi ülke arasındadır (FAO, 2018). Ayrıca fındık, kiraz, kayısı, incir ve ayva gibi ürünlerin üretiminde dünya lideridir (OECD, 2016). Bu anlamda Türkiye'nin tarımsal üretimde kendine yeten bir ülke olarak, gıda arz-talep dengesinin ülkedeki başlıca problemlerden biri olmadığı söylenebilir. Ancak gıda atığı 'su, enerji, arazi kullanımı' gibi sınırlı kaynakların da israfı anlamına geldiğinden ve çevresel birçok probleme yol açtığından ulusal ölçekte ele alınması gereken bir konudur.

Türkiye'de gıda israfı ile ilgili ortaya konan ilk geniş kapsamlı araştırmalardan biri FAO'nun talebi üzerine Pekcan ve arkadaşlarının (2006), 500 kişi ile yaptıkları anket temelli bir çalışmadır (Pekcan ve diğ., 2006). Bu çalışmaya göre kişi başı günlük gıda israfının ortalama 318,8 g ve 215,7 kcal olduğu belirlenmiştir. Başka bir çalışma olan Türkiye İsrafı Önleme Vakfı'nın (TİSVA) tahminlerine ve medya raporlarından elde edilen derlemelere göre

Türkiye'deki gıda atıklarının neden olduğu maliyet yıllık 214 milyar lirayı bulmaktadır (TİSVA, 2008; Ticaret Bakanlığı, 2018). Ulusal gıda atığımızla ilgili gerçekleştirilen diğer bazı çalışmalar; örneğin sadece ekmek atıklarıyla ilgili (TMO, 2008; 2013; 2015), evsel gıda atığı oluşumunun nedenleri ile ilgili araştırmalar (Yıldırım ve diğ., 2016), 110 hane üzerinden evsel düzeyde ve 100 işletme üzerinden restorant düzeyinde gıda atığı oluşumu ve miktarı ile ilgili bölgesel çalışmalar (COMCEC, 2017) gösterilebilir. Ancak modern yaşamın getirdiği hızla değişen tüketim davranışlarının yanında Türkiye'nin endüstriyelleşme sürecinin özellikle son on yılda ivmelendiği göz önüne alındığında bu sonuçların bir kısmının Türkiye'deki gıda israfının mevcut boyutlarını yansıtmak adına güncelliğini korumamış olabileceği, bir kısmının ise dar ölçekli çalışmalar olduğundan ulusal gıda atığımızın boyutları ile ilgili fikir vermede yeterli olamadığı söylenebilir. Özellikle anket çalışmalarında katılımcıların verdiği cevapların; meydana gelen atığı olduğundan daha az ifade etme şeklindeki eğilimleri, sonuçları yanıltıcı kılabilmektedir. Tarım gıda zincirindeki kayıplarla ilgili sistematik ve düzenli bir veri takibi olmaması; gelişmekte olan veya Türkiye gibi yeni endüstriyelleşen ülkelerde ciddi bir sorundur. Bu noktada ifade etmek gerekir ki AB Komisyonu Türkiye Raporu'nda da güçlü bir şekilde önerildiği gibi, tarımsal istatistik üretmek için belirli bir stratejinin benimsenmesi kalkınma önceliği olmalıdır (EC, 2018).

Yukarıda söz edilen literatürdeki çalışmaların yanısıra ulusal gıda atığımızın boyutlarıyla ilgili daha yakın tarihli ve geniş ölçekli bir çalışma olan FAO'nun 'SAVE FOOD' (Gıdanı Koru) Projesi kapsamında Türkiye'deki gıda kayıpları ve israfını incelemek üzere hazırlattığı ülke raporu gösterilebilir (Tatlıdil ve diğ., 2013). Çalışma belirli emtia grupları için gıda arz zincirinin önemli noktalarındaki gıda kaybı ve israfını değerlendirmiş, gıda atığının oluşum nedenlerini irdeleyerek önemli bir boşluğu doldurmuştur. Tablo 2.1'de çalışmadaki seçili emtia gruplarının gıda arz zincirindeki kayıp ve atık yüzdeleri görülebilir.

Tablo 2.1: Çalışmadaki emtia gruplarının gıda arz zinciri aşamalarındaki kayıp ve atık yüzdeleri (Tatlıdil ve diğ., 2013).

	Tarımsal Üretim	**Hasat Sonrası Toplama ve Depolama**	**İşleme ve Paketleme**	**Dağıtım**	**Hanehalkı Seviyesinde Tüketim**
Tahıllar	%5,1	%4	%2	%1	%5

Kök ve Yumru Bitkiler	%7	%6	%2	%3	%2
Yağlı tohumlar ve Baklagiller	%15	%5	%7	%1	%4
Sebze ve Meyveler	%20	%8	%10	%10	%5
Et	%10	%0,2	%5	%0,5	%1
Balık ve Deniz Ürünleri	%10	%0,02	%0,04	%0,01	%2
Süt	%10	%1	%1,5	%6	%1,5
Yumurta	%6	%1	%2	%1	%0,01

Buna göre Türkiye'de en fazla kayıp-israf yaşanan ürün grubu; sebze ve meyveler olarak görülmektedir. Ayrıca gıda zinciri boyunca en yüksek kayıp oranı tarımsal üretimde meydana gelmektedir. Bunun nedenleri olarak geleneksel tarım yöntemlerinin modernize edilmemesi, altyapı eksikliği, zayıf kooperatifleşme, parçalı tarlalar gösterilebilir. Ayrıca tarım sektöründe genel olarak yaşlı çiftçilerin çoğunlukta olması, gençlerin kırsal kesimden göç ederek başka alanlarda çalışmayı tercih etmesi tarımda yeni ve modern teknolojilerin yerleşmesini güçleştirmektedir (Tatlıdil ve diğ., 2013).

2.2.3. Türkiye'de ve Dünya'da Gıda Atığı ile Mücadele

Türkiye gıda atığı ile mücadelede henüz ulusal bir strateji deklarasyonunda bulunmamış olsa da (FUSIONS, 2015; Salihoglu ve diğ., 2018), gıda atığını azaltmaya yönelik birtakım uygulamalar direk veya dolaylı olarak mevcuttur. Bunların çoğu tarımsal atıklara ve gıdaların sağlığı ve güvenliğine odaklanmaktadır (FUSSIONS, 2015; COMCEC, 2017). Gıda atığını azaltmak için gösterilebilecek bir diğer uygulama; işletmelerin veya perakendecilerin Gıda Bankacılığı faaliyetlerini teşvik etmek için uygulanan Gelir Vergisi Kanunu (Seri no.251-2004) ve katma değer vergisi (Kanun no. 3065-1994) gibi vergi düzenlemeleridir (Akarçay Öğüz ve Akarçay, 2015). Söz konusu düzenlemelere göre bağışlanan gıda maddelerinin maliyet bedelinin, matrahın tespitinde gider olarak kaydedilmesi ve bağışlanan gıda ürünlerinin KDV'den muaf tutulması kararlaştırılmıştır. Bununla işletmelerin, ellerinde biriken gıda

ürünlerini gıda bağışı yapmaları için, teşvik edilmesi amaçlanmıştır. Bunların dışında 2013'te Başbakanlık Genelgesi ile yürürlüğe giren ulusal ölçekli 'Ekmek İsrafını Önleme Kampanyası'yla 1 yıl içinde israfta %18'lik bir düşüş sağlanmıştır (TMO, 2015). FAO dünyadaki israfı önleme kampanyaları arasında bu kampanyayı örnek uygulama olarak tanıtmış, 2014-2023 OECD-FAO Tarımsal Görünüm Raporu'nda da kampanya detaylarıyla yer almıştır. Ayrıca AB uyum süreci çerçevesince Avrupa Komisyonu Atık Yönetmeliğine (1999/31/EC) dayandırılarak hazırlanan Atıkların Düzenli Depolanmasına dair Yönetmelik (ADDDY) (26.03.2010); katı atık sahalarına daha az biyobozunur atık gönderilmesini öngörmektedir (Resmî Gazete, 2010). Bu kapsamda yapılan tüm çalışmaların önemli ölçüde gıda atıklarını da içereceği söylenebilir. Türkiye'nin 2015 yılında İstanbul'da ev sahipliği yaptığı G20 Dönem Başkanlığı'nda gıda kayıpları ve israfı konusu ana başlıklardan biri olarak ele alınmış, toplantıdan çıkan karar doğrultusunda uluslararası kuruluşlardan gıda kayıpları ve israfının ölçülmesine ve azaltılmasına yönelik tecrübe ve bilgi paylaşımının sağlanacağı bir teknik platform oluşturulmuştur (G20 Tarım Bakanları Toplantısı, 2015; IFPR, 2015).

Gıda atıkları hem gıda güvenliği bakımından hem de yarattığı çevresel problemler açısından dünya çapında önem arz etmektedir. Bu anlamda küresel boyutta gıda atığı ile ilgili FAO'nun 'SAVE FOOD' girişimi, gıda israfı ve kaybını azaltmaya yönelik önemli girişimlerden biridir (FAO, 2013). SAVE FOOD girişimi, 'endüstriden, politikadan ve sivil toplumdan üyeleriyle birlikte, "tarladan sofraya" tüm değer zincirinde çözümler üretmek için yenilikler sürmeyi, disiplinler arası diyalogu teşvik ederek' gıda güvenliğini artırmayı ve gıda kaybını-israfını azaltmayı amaçlamaktadır (SAVEFOOD, 2019).

Avrupa Komisyonu bölgesel ve ulusal düzeyde gerçekleştirmek üzere 2020 yılına dek yenilebilir gıda atıkları için %50'lik bir azaltma yanında gıda zincirindeki kaynak girdilerinde de %20'lik bir azaltma hedefi koymuştur (Östergrenet ve diğ., 2014; OECD, 2014). Avrupa Komisyonu ayrıca, gıda bağışı ile ilgili getirdiği düzenlemede üretim fazlası gıdanın yeniden dağıtımıyla ilgili KDV'den muafiyet getirmiştir (EC, 2017).

2015'te kabul edilen Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, Hedef 12.3, "2030 yılına kadar, kişi başına küresel gıda atıklarını perakende ve tüketici seviyelerinde yarıya indirmek ve gıda kayıplarını -hasat sonrası kayıplarını da içerecek şekilde- üretim ve tedarik zincirleri boyunca azaltma " şeklinde hedef belirlemiştir (UNEP, 2015). Birçok ülke bu hedefi yakalama adına gerek resmi makamlarca ve gerek sivil toplum organizasyonları tarafından çeşitli sosyal ve

teknolojik girişimlerde bulunmaktadır. Avustralya, Finlandiya, Güney Kore, Yeni Zelanda, Japonya gibi birçok ülke gıda atıklarına ilişkin yasal çerçeve oluşturmuştur (Şafak Şimşek, 2015).

ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA), 2030 yılına kadar gıda kaybını ve israfını yarı yarıya azaltmayı hedeflediğini deklare ederek 'Gıda Geri Kazanım Hiyerarşisi'ne uygun çeşitli düzenlemeler geliştirmiştir ve yıllık raporları düzenli olarak yayımlamaktadır (USEPA, 2019).

Yıllık 10 milyon ton gıda atığı olan Fransa, süpermarketlerde satılmayarak elde kalan gıda ürünlerinin çöpe atılmasını yasaklayan ilk ülke olmuştur (The Guardian, 2016a). Bunun yerine hayır kurumlarına, gıda bankalarına veya hayvan yemi için barınaklara bağış yapılması için her bir süpermarketi bir STK ile eşleştiren yasal düzenleme getirmiştir.

Danimarka AB FUSIONS projesi kapsamında ülkedeki gıda atığı oranını 2010-2015 yılları arasında %25 oranında azaltmıştır (FUSIONS, 2016). Danimarka'da ayrıca dikkat çeken bir girişim örneği olarak; son kullanma tarihi geçmiş ancak yenilebilir durumda olan gıda ürünleri için indirimli süpermarket şubeleri oluşturulmaya başlanmıştır (The Guardian, 2016b). Bununla sosyal fayda gözetilmesinin yanısıra, gıda ürünlerinin atık olmasının önüne geçilmesi; çevresel ve ekonomik kaybın önlenmesi amaçlanmaktadır.

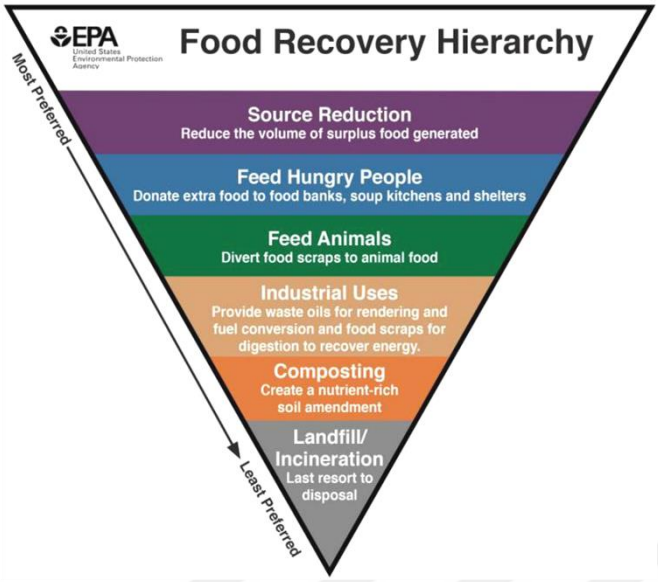
İngiltere'de yıllık £20 milyar değerinde kayba neden olan 10 milyon ton gıda atığı oluşmaktadır; bunun %70'inin insan tüketimine uygun (yenilebilir gıda), %30'unun ise yenilemez parçalardan oluştuğu bildirilmiştir (WRAP, 2015). Gıda israfının yaklaşık %85'i evlerde ve gıda imalatında ortaya çıkmaktadır, ancak tedarik zincirinin bir kısmında ortaya çıkan atıkların kaçınılmaz olarak zincirin diğer bölümlerini de etkilenmekte olduğu düşünülmektedir. İngiltere 2007'den itibaren tüm sektörleri (ticari, belediye, evsel, hastane vb.) kapsayacak şekilde önemli girişimlerde bulunmuştur (WRAP, 2019). Böylece, 2007-2015 yılları arasında hasat sonrasından-dağıtıma toplam gıda atıklarında %9 civarında bir azalma sağlamıştır. Ayrıca toplam evsel gıda atığı 2007 yılına kıyasla 2015 yılında yaklaşık 1 milyon ton azalmıştır ki bu da %13'lük bir azalmaya karşılık gelmektedir. Yenilemeyen parçalar dahil oran %18 dir ve bu 3,4 milyar £ tasarruf anlamına gelmektedir. İngiltere'de önlenebilir evsel gıda atıkları yıllık 17 milyon ton CO_2 emisyonu ile ilişkilendirilmektedir.

Gıda atığı ile mücadele konusunda gerek EPA'nın gerek Avrupa Birliği'nin ve gerekse ulusal ölçekte İngiltere gibi ülkelerin gıda atığı politikaları adına geliştirdikleri ana strateji-yöntem olan 'Gıda Atığı Piramidi' bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak incelenecektir.

2.2.4. Gıda Atığı Yönetiminde 'Gıda Atığı Piramidi' Modeli

Günden güne gelişen atık yönetimi alanında, giderek yoğunlaşan bir gıda akışı olarak biyobozunur atıklar ve özellikle gıda atıkları öncelikli bir duruma gelmiştir. Yapılan bilimsel çalışmalarla gıda atığının küresel sera gazı emisyonundaki payı gibi çevre üzerindeki olumsuz ekilerinin belirgin bir ölçekte raporlanmış olması, ayrıca konunun global gıda güvenliği ile ilgili endişelere neden olması, gıda atığı yönetimini; küresel atık mücadelesinde daha sürdürülebilir bir çözümün merkezi (Papargyropoulou ve diğ., 2014; EPA., 2012; Defra, 2011) olarak adres göstermektedir.

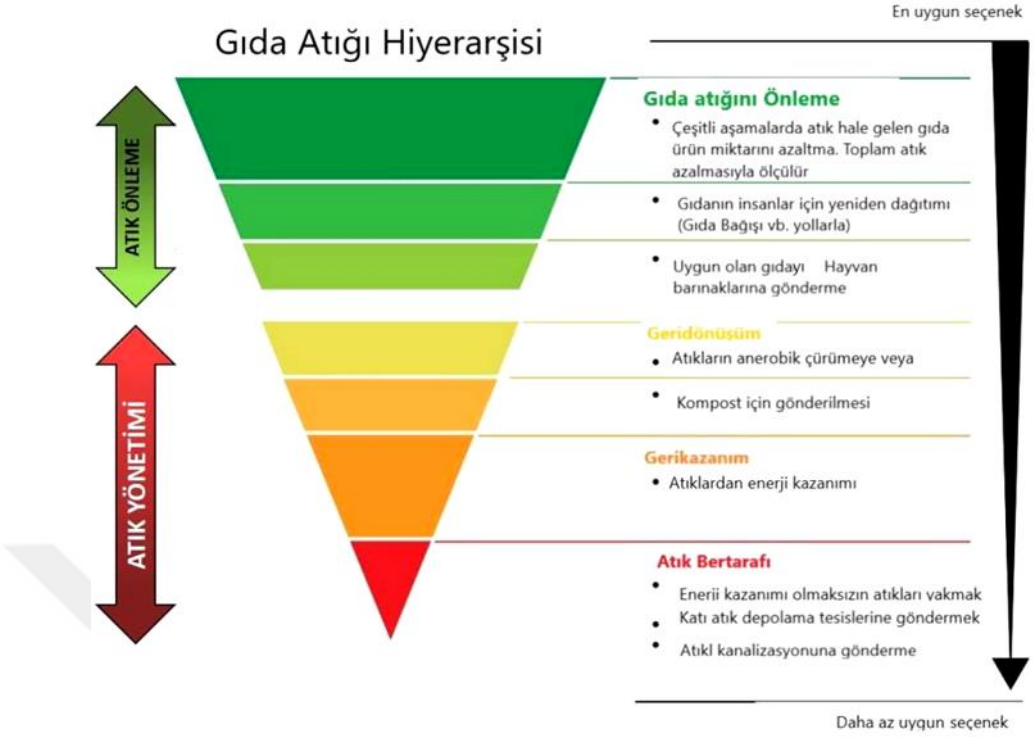
Atık oluşumunu minimuma indirgeyerek, doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı azaltmak ve üretilen atıkların ekonomiye bir girdi olarak dönüştürülmesini sağlamak, yani sürdürülebilir atık yönetimi, tüm dünyada öncelikli bir politika hedefi olarak benimsenmektedir. Gıda atığı yönetimine dair yaklaşımları da yine bu anlayış ve bakış açısıyla değerlendirmek mümkündür. Bu amaçla, bilinen entegre atık yönetimi piramidinin (EU Waste Framework Directive) (EC, 2008) uyarlanarak; örneğin Amerika'da Gıda Gerikazanım Hiyerarşisi (Food Recovery Hierarchy) (USEPA, 2019) ve Birleşik Krallık'ta Gıda Atığı Hiyerarşisi (Food Waste Hierarchy) (UK Parliament, 2011) şeklinde gıda kaybının ve atığının önlenmesi veya en uygun metotlarla bertaraf edilmesi için çözümler içeren bir atık yönetim hiyerarşisi sundukları görülmektedir. Ayrıca 'önlenebilir gıda atığı & önlenemez gıda atığı' kavramsal çerçevesini dikkate alan alternatif başka gıda atığı hiyerarşileri de mevcuttur (Papargyropoulou ve diğ., 2014).



Şekil 2.6: Gıda geri kazanım piramidi (USEPA, 2019).

Gıda Geri Kazanım Hiyerarşisi, gıda atığını önlemeye öncelik vererek atık gıda yönetimi için uygun eylemlere yönlendirir (USEPA, 2019). Hiyerarşinin her aşaması, gıda atıkları için farklı yönetim stratejilerine odaklanır. En üstteki adımlar; çevresel, toplumsal ve ekonomik olarak daha fazla fayda sağladığından, gıda atığını önlemek ve optimal biçimde yönetmek için en iyi alternatiflerdir.

Benzer şekilde Birleşik Krallık 'ta şirketlerin ve kurumların uygulamakla yükümlü olduğu 'Gıda Atığı Hiyerarşisi'; kaybolan veya israf edilen gıdayı önlemek ve atık gıdayı uygun şekilde yönetmek için -en çok tercih edilenden en az tercih edilene doğru- olacak şekilde; 'atık önleme-tüketim için hala uygun olan gıdanın insanlar için yeniden dağıtılması, hayvan yemi, geri dönüşüm, enerji geri kazanımı ve atık bertarafı'nı kapsayan çözümlerin olduğu bir düzen sunmaktadır.



Şekil 2.7: Gıda atığı hiyerarşisi (WRAP, 2011a'dan uyarlanmıştır).

Gıda Atığı Hiyerarşisine göre tercih edilmesi gereken ilk adım gıdanın atık hale gelmesini önlemektir. Gıdanın çöpe gitmesi; ihtiyaca yönelik planlanan piyasa talebinin karşılanamamasına neden olur ki bu da daha fazla gıda üretimini tetikler. İlk etapta gıdanın atık hale gelmesini önlemek (dağıtım ve depolama sistemlerini iyileştirerek, soğutma ve paketleme işlemlerini uygun teknolojilerle yaparak), gıda üretim sistemlerinin yoğunluğunu azaltacak ve gıda endüstrisinin çevresel etkilerini minimize edecektir. Bu başarılamadığı takdirde hala yenilebilir durumda olan gıdanın tespit edilerek gıda bankaları veya indirimli marketler vb. yollarla yeniden insanların tüketimine sunulması ya da hayvan barınaklarına gönderilmesi istenir. Bu aşamada gıdanın besinsel değerinden faydalanma durumu sürmektedir. Daha sonraki aşamalar entegre atık yönetimine uygun şekilde sıralanır. Gerçekleşmesi en az istenen durum atıktan enerji eldesi olmaksızın gıda atığının katı atık depolamaya gönderilmesidir.

Gıda atığı hiyerarşileri atık gıdanın önlenmesine ve uygun şekilde yönetilmesine ilişkin çözümler sunmaktadır. Bununla birlikte uygulamaların değişkenlere bağlı birbirinden farklı potansiyel sonuçlar barındırabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Gıda atığı oluşturan işletmelerin bir düzene bağlı olmayan standart uygulamalarına göre normalde çöpe gidebilecek gıdanın; gıda bağışı vb. yollarla yeniden dağıtımı (piramidin ikinci basamağı) kısa vadede fayda sağlasa da bazı tartışmaları beraberinde getirmektedir. Örneğin; yapılan gıda bağışı veya elde

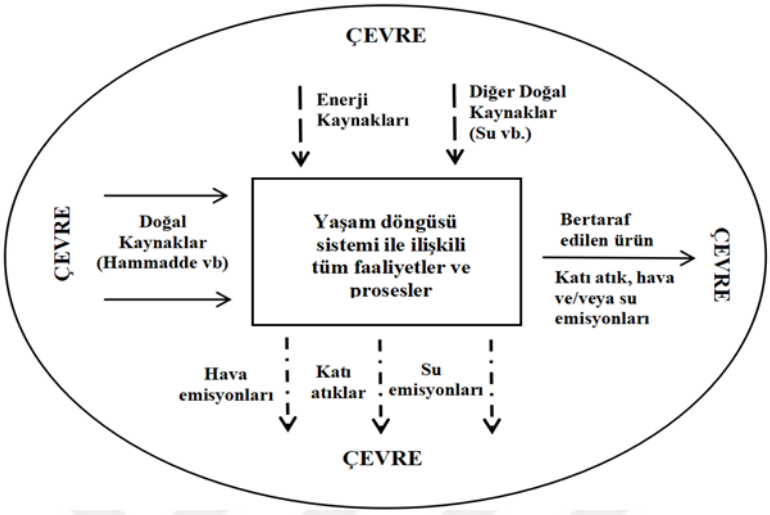
kalan üretim fazlası gıda; içerik olarak yalnızca belirli türdeki ürünleri muhteva ediyor olabilir. Bu yönüyle yapılan gıda bağışları besinsel değer açısından zayıf olacağından arzu edilen sosyal fayda sağlanmayacaktır (Caraher, 2017). Ayrıca gıda üretim sistemleri, gıda atığı yönetimi ve gıda güvencesi kapasitesinin güçlendirilmesi konularında hükümetlerin tercihen daha uzun soluklu çözümler içeren yatırımlar yapması gerekirken, bu tür geçici çözümler esas sorunları öteleyebilmektedir (Caraher ve Furey, 2017).

Gıda kayıpları biyogaz üretimi gibi amaçlar için değerlendirilebilir. Nitekim pratikteki bazı uygulamalara göre hiyerarşideki düzenin aksine kimi zaman yenilebilir durumdaki gıdalar bile anaerobik arıtma tesislerine gönderilmektedir (Colbert ve diğ., 2017). Ancak atık hiyerarşisi göre (EC, 2008) her bir sonraki alt adım daha fazla kaynak kaybı ve aynı zamanda daha fazla ekonomik kayıp anlamına gelmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir bir atık yönetiminde; gıdanın amaçlanan kullanım dışında başka bir uygulamaya tabii tutulması -hiyerarşideki üst basamaklar alt basamaklardan daha iyi olsa bile- her zaman için çevresel açıdan daha az iyi olan bir durumdur (Eriksson, 2015). Bu sebeple gıda atıklarıyla ilgili izlenmesi gereken öncelikli yönetim stratejisi; gıda atığının oluşma nedenlerini tespit ederek bunları minimize etmek ve mümkün olduğunca ortadan kaldırarak gıda atığı oluşumunu önlemek olmalıdır.

2.3. YAŞAM DÖNGÜSÜ PERSPEKTFİYLE GIDA ATIĞININ ÇEVRESEL ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: KARBON-SU VE ENERJİ AYAK İZİ İLİŞKİSİ

Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD), ilk olarak Çevresel Toksikoloji ve Kimya Topluluğu (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) (SETAC, 1993) tarafından başlatılan bir yaklaşım olup; bir ürünün (herhangi bir mal veya hizmetin) "beşikten mezara" kadar tüm yaşam döngüsü boyunca yarattığı etkiyi analiz etmeyi amaçlayan ISO standardize bir yöntemdir (ISO, 2006a; 2006b). Bu etki araştırılırken; açığa çıkan emisyonların yanı sıra, kaynak ve enerji kullanımını ölçmek için bir ürünü meydana getiren hammaddelerin ekstraksiyonundan başlayıp üretimi, dağıtımı, kullanımı, atık hale gelmesi, geri dönüştürülmesi ve nihai imha işlemlerine kadar geçen tüm yaşam döngüsü aşamaları dikkate alınarak çevre üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkiler sistematik bir biçimde değerlendirilir. Analizi gerçekleştirmek için ilk etapta amaç ve kapsam belirlenir, sonrasında envanter analizi ve etki değerlendirmesi yapılarak

sonuçlar yorumlanır. Sunulan iyileştirilme önerileri ile analiz tamamlanmış olur. Şekil 2.8'de YDD sistem çerçevesi için genel bir akış diyagramı görülebilir.



Şekil 2.8: Yaşam döngüsü değerlendirmesi, sistem çerçevesi (Curran, 1996).

Bir zamanlar akademik bir araç olan yaşam döngüsü değerlendirmesi (veya yaşam döngüsü analizi), günümüzde stratejik yönetim ve karar verme amacıyla çeşitli işletmeler tarafından kullanılır hale gelmiştir (Teixeira, 2015; Verdantix 2011). Böylece dönemsel olarak YDD yapan şirketlerin veya kurumların, doğal kaynakların verimli kullanımını gözeterek sürdürülebilir ve çevre dostu üretim için bir otokontrol geliştirdikleri söylenebilir. Yaşam döngüsü yaklaşımının felsefesine uygun olarak tüm sektörlerin birbiriyle ilişkili olduğu düşünülürse, her müessesenin yaşam döngüsü analizi yaparak bu yolla sürekli bir iyileştirme sürecinin parçası olması ülke kalkınması adına da fayda sağlayacaktır.

YDD, gıda atıkları için ifade edilecek olursa; tedarik zinciri boyunca tarımsal üretimden (ve bununla ilişkili girdilerden) işleme, paketleme, nakliye, perakende satış, depolama, pişirme ve en son bertarafa dek meydana gelen tüm etkileri kapsar. 1990'lı yıllarda gıdaya ve çevresel etkilerine ilişkin kaygıların büyük ölçüde odaklandığı nokta; gıda tedarik sistemlerinin küreselleşmesiyle birlikte gıdanın uzun mesafeler boyunca taşınmasından kaynaklı çevresel etkiler olmuştur (Garnett, 2008). Yakın zamana kadar gıda atığı ile ilgili yapılmış birçok çalışmanın da daha ziyade bertaraf yöntemleriyle, gıda atığının enerji ve besinsel içeriğini değerlendirebilmek için uygulanan anaerobik bozunma veya kompost gibi muamelelere odaklandığı (Bernstad Saraiva Schott ve Andersson, 2015; Møller ve diğ., 2009; Boldrin ve diğ., 2009; Smith ve diğ., 2001; Hirai ve diğ., 2000) ve YDD metodolojisinin uygulanmamış

olduğu görülmektedir (Liu ve diğ., 2016). Gıda atığını ve gıda atığının potansiyel etkisini ölçmek hem finansal hem de kaynak optimizasyonu açısından önemli bir konudur. YDD, şirketlerin tedarik zincirindeki çevresel etkiye sahip ana akım noktaları ve farklı gıda türlerinin etkisini belirlemelerine yardımcı olur ve ardından çevresel etki azaltımı için alternatif senaryoları optimize eder (Garnett, 2014). Bu nedenle YDD gibi bir çevresel metrik ile ne tür gıdaların hangi aşamalarda atık hale geldiğini ölçmek sürdürülebilir bir gıda atığı yönetimi için dikkate alınmalıdır.

2.3.1. Karbon Ayak İzi ve Gıda Atığı İlişkisi

Karbon ayak izi; bir faaliyet veya üründen yahut bir servis kullanımından kaynaklanan toplam sera gazı emisyonunu yaşam döngüsü yaklaşımıyla ölçmemizi sağlayan bir göstergedir (Galli ve diğ., 2012). Her nekadar ilk olarak 2006'da ortaya çıkan genç bir kavram olsa da son on yılı aşkındır çeşitli ürünlerin iklim değişikliği etkisini hesaplamak ve bununla ilgili tahminde bulunmak için yaşam döngüsü analizlerinin bir parçası olarak kullanılmaktadır (Finkbeiner, 2009; Jensen, 2012; Röös, 2013). Evrensel olarak kabul edilmiş bir tanımı olmamakla birlikte (Čuček ve diğ., 2012), karbon ayak izi mal ve hizmetlerle ilişkili toplam CO_2 ve diğer sera gazı emisyonlarının miktarı olarak ifade edilmektedir (EC, 2007). Bu anlamda bir ülkenin, belirli bir aktivitenin veya bir bireyin karbon ayak izinden söz edilebilir. Karbon ayak izi kavramı bilimsel araştırmalarda bir ürünün yaşam döngüsü boyunca; atmosfere salınan sera gazlarının küresel ısınma potansiyeli (Global Warming Potential, GWP) şeklinde metrik bir birim olarak ifade edilmektedir. GWP; farklı sera gazları için CO_2 eşdeğeri (CO_2e) olarak ifade edilir (IPCC, 2007). Spesifik bir gaz için GWP değeri, bu gazın ne kadar ve hangi dalga boyunda yayıldığına ve atmosferdeki yaşam süresine bağlıdır. Dolayısıyla özelliklerine bağlı olarak, farklı emisyonların potansiyel iklim etkisi de değişmektedir. Gıda ürünleri gibi bazı ürünler için CH_4 ve N_2O gibi sera gazlarının temel etkiye neden olan sera gazları olduğu söylenebilir (Scholz, 2013; Sonesson ve diğ., 2010; Carlsson-Kanyama ve González, 2009) ve bu nedenle genellikle gıda ürünlerinin toplam karbon ayak izi hesaplamasına dahil edilen başlıca emisyon grubu olarak hesaplanırlar. Hidroflorokarbonlar ve perflorlu bileşikler gibi diğer maddeler de güçlü GHG'ye sahiptir (IPCC, 2007), ancak gıda üretiminde kullanımları sık görülen bir durum değildir. Tablo 2.2'de 100 yıllık bir zaman dilimi için CO_2, CH_4 ve N_2O'nun GWP'si sunulmuştur. (20 veya 500 yılllık zaman dilimleri için de hesaplanabilmekle birlikte literatürde genellikle 100 yıllık bir zaman dilimi kullanıldığı görülmektedir.)

Tablo 2.2: Küresel Isınma Potansiyelleri (CO_2 e), (IPCC, 100a metodu, 2013).

	Küresel Isınma Potansiyeli (GWP), CO_2e
CO_2	1
CH_4	28
N_2O	265

Buna göre tüm sera gazlarından kaynaklı iklim etkisi GWP veya karbon ayak izi olarak şu şekilde hesaplanır:

Karbon ayak izi veya GWPtop (kg CO_2e) =

$=CO_2$ miktarı * 1 + CH_4 miktarı * GWP(CH_4) + N_2O miktarı * (GWP)N_2O (2.1)

Garnett (2008)'a göre gıda atıklarının sera gazı emisyonlarına iki türlü katkısı vardır. Birincisi katı atık depolama alanlarına gönderilen gıda atığının bozunmasıyla ortaya çıkar, ki bu görece daha düşüktür, diğeri ise gıdanın atık hale gelmeden evvel üretimi, işlenmesi, dağıtımı, depolanması gibi işlemlerle ilişkili emisyonlardır. İkinci etkiyi hesaplamak için gıda atığını yaşam döngüsü yaklaşımı ile değerlendirmek gerekir (Garnett, 2008). Bu bakış açısıyla 'gıda atığının karbon ayak izinden söz ederken öncelikle bahse konu gıda'nın karbon ayak izinin hesaplanması; daha sonra ise oluşan atık gıda kütlesinin bertarafı ile ilişkili karbon ayak izinin buna eklenmesi gerekir. Bu yolla gıda atıklarının yaşam döngüsü boyunca oluşan sera gazı emisyonlarının ölçümü; aynı zamanda gıda atıklarının iklim değişikliği üzerindeki etkisini de ortaya koymuş olacaktır.

Röös (2013) gıdanın karbon ayak izini etkileyen ana süreçleri şu şekilde sınıflandırmıştır (Röss, 2013):

- **Çiftlik öncesi işlemler:** Yem, gübre, yakıt, böcek ilaçları, ilaçlar, makineler, çiftlikteki yapı ve binalar gibi çeşitli girdilerin üretimi ve çiftliğe taşınması

- **Çiftlik içi işlemler:** Toprak emisyonları, Hayvanlarda enterik fermentasyondan kaynaklanan emisyonlar, Gübre yönetiminden kaynaklanan emisyonlar, Tarlalarda, seralarda, hayvan barınakları gibi alanlarda enerji kullanımından kaynaklanan emisyonlar.

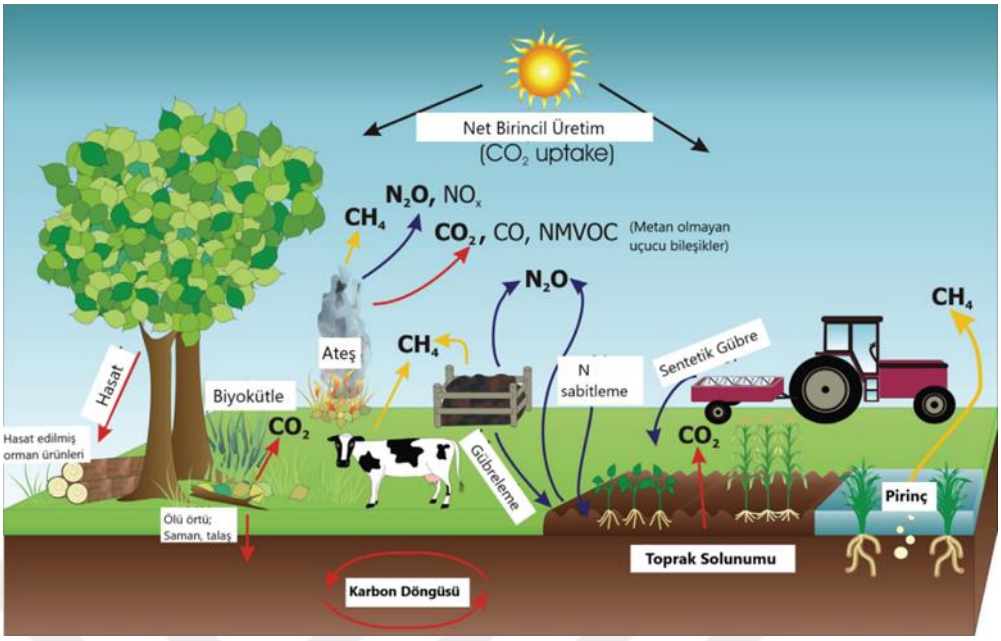
- **Çiftlik sonrası işlemler:** Kesim, İşleme ve paketleme, Depolama ve soğutma, Ulaşım ve dağıtım, Perakende ve toptan satış, Pişirme-hazırlık, Atık bertarafı.

Tarım, hem sera gazı emisyonlarının oluşmasına kaynaklık eden, hem de toprağın önemli bir karbon yutak alanı olması yönüyle mitigasyon (sera gazı azaltımı) potansiyeli olan önemli sektörlerden biridir. IPCC'nin 5. Değerlendirme Raporu'na göre, günümüzde atıktan kaynaklanan sera gazı emisyonu; toplam antropojenik emisyonun %3'üne sebep olmaktayken, tarım sektörü %12'sine sebep olmaktadır (IPCC, 2013), ki bu da tarım sektörünü enerji sektöründen sonra dünyadaki ikinci en büyük sera gazı emisyonu kaynağı yapar. Doğrudan tarımdan gelen yani mahsul ve hayvancılık ile ilgili faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarında; CH_4 (metan) ve N_2O (nitröz oksit) emisyonları hakimdir (IPCC, 2006; FAO, 2014b; WRI, 2014). Enerji tüketimi veya taşımacılık- gibi dolaylı tarımsal emisyonlarda ise fosil yakıt yanmasından kaynaklı CO_2 emisyonu hakimdir. Bu faaliyetler tarım makinelerinde fosil yakıt kullanımı, mineral gübrelerin üretimi için fosil enerji kaynaklarının kullanımı, yem kurutma, aydınlatma, havalandırma, hayvan barınaklarının ısıtılması vb işlemlerle gübrelerin, yemin ve hayvanların nakliyesi için kullanılan araçlarda fosil yakıtların yakılmasını içerir. Ayrıca tüm bir gıda sektörü değerlendirildiğinde tarımsal üretimden sonra gıdaların taşınması, depolanması ve soğutulması gibi süreçlerde fosil enerji kullanımının neden olduğu sera gazı emisyonların da dahil olduğu dikkatden kaçmamalıdır.

Tüm bir tarımsal üretim aşaması boyunca oluşan doğrudan ve dolaylı emisyonlar değerlendirildiğinde CH_4 ve N_2O genellikle daha az miktarda salım yapsalar da, küresel ısınma potansiyelleri CO_2'ye nispeten çok daha yüksek olan gazlardır. Bu nedenle birçok çalışmanın da desteklediği gibi gıda ürünlerinin karbon ayak izindeki en büyük pay tarımsal üretimden kaynaklı CH_4 ve N_2O emisyonlarına aittir (CE Delft, 2015; Röös, 2013; Scholz, 2013; Sonesson ve diğ., 2010; Carlsson-Kanyama ve González, 2009). Bu emisyonlar başlıca şu işlemlerden açığa çıkar:

Metan (CH_4): Enterik fermantasyon, gübre yönetimi, çeltik üretimi ve tarımsal artıkların (anız) yakılmasından kaynaklanamaktadır. Metan emisyonunun büyük bir kısmı (%32-40) (IPCC, 2014; WRI, 2019) sığır, keçi, deve gibi geviş getiren hayvanların sindirim sisteminde meydana gelen enterik fermantasyon sonucu oluşmaktadır.

Nitrozoksit (N_2O): Sentetik gübre kullanımı, organik toprağın işlenmesi ve tarımsal artıkların (anız) yakılmasıyla açığa çıkan emisyonlardır.



Şekil 2.9: Çiftlik türüne bağlı olarak değişen çeşitli kaynaklardan gelen çiftlik emisyonları (IPCC, 2006).

Gıda üretiminden kaynaklı emisyonlar ayrıca tarımsal arazi kullanımındaki değişim (Land use change, LUC) ile ilişkilidir. Ormansızlaştırma ve arazi kullanımındaki değişim (LUC) küresel karbon emisyonunun yaklaşık %7-10'undan sorumludur (Climatewatch data, 2019). Karbon dengesinde önemli rol oynayan ormanlık arazilerin daha fazla tarım arazisine yer açmak için ormansızlaştırılmasıyla; ormansızlaşan alanlardaki toprak ve biyokütlede bulunan önemli miktardaki CO_2 atmosfere salınır (CE Delft, 2015; IPCC, 2014). Böylece önemli bir yutak alanı olan toprak; yeteri miktarda karbon depolayamaz.

Farklı gıda ürünlerinin karbon ayak izi üretim sistemine ve metodolojik seçimlere bağlı olarak büyük farklılıklar gösterebilir. Hatta aynı ürün kategorisindeki gıdalar için bile karbon ayak izi oldukça değişkendir. Ancak yine de bazı genel genellemeler yapmak mümkündür. Hayvansal temelli ürünler tarımsal üretim süreçlerindeki girdilerle ilişkili olarak bitkisel ürünlere göre dikkat çeken bir ölçüde çok daha fazla karbon ayak izine sahiptir (EC, 2006; Gustavsson ve diğ., 2011; Venkat, 2011). Ruminantlardaki enterik fermantasyondan kaynaklı yoğun CH_4 katkısı nedeniyle sığır ve kuzu eti en yüksek karbon ayak izine sahip olan ürün grubudur, sonrasında geviş getiren hayvanlardan elde edilen peynir vb. süt ürünleri gelir. Kümes hayvanları veya monogastrik hayvanların etleri ruminantlara nispeten daha düşük karbon ayak izine sahip olmakla birlikte, yüksek oranda yem girdisi ve gübre yönetimiyle ilişkili emisyonlardan kaynaklı olarak yine de bitkisel kökenli gıdalara göre daha yüksek karbon

ayakizleri olduğu görülmektedir (Röös, 2013). Meyve ve sebzelerin et ve süt ürünlerine göre genellikle düşük bir çevresel etkiye sahip olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, doğrudan toprak ve gübre yönetiminden kaynaklanan emisyonlardan ziyade, tarım makinelerinin işletimi, tarım ilaçlarının üretimi, sera ısıtması ve nakliye gibi süreçlerde tüketilen fosil yakıtlar bitkisel kökenli ürünlerin karbon ayak izini önemli ölçüde etkileyebilir (Scholz, 2013).

2.3.2. Su Ayak İzi ve Gıda Atığı İlişkisi

Su ayak izi, tüketilen mal veya hizmetlerin üretimi için doğrudan ve dolaylı olarak sarfedilen su miktarını ölçen bir gösterge olarak ilk kez 2002 yılında Prof. Dr. Arjen Hoekstra[2] tarafından kavramsallaştırılmıştır (Hoekstra, 2003). Buna göre bir bireyin, toplumun veya iş kolunun su ayak izi; o birey ya da toplum tarafından tüketilen mal ve hizmetlerin üretimi için kullanılan veya üreticinin mal ve hizmet üretimi için kullandığı toplam temiz su kaynaklarının miktarıdır (WFN, 2019).

Gıda atığının su ayak izi, gıdanın üretiminden bertarafına dek geçen aşamalarda tüketilen suyu dikkate alır. Gıda atığının beşikten mezara yaşam döngüsüne bakıldığında, su ayak izinin oldukça ciddi bir kısmının; gıdanın tarımsal üretiminde tüketilen sudan kaynaklanmakta olduğunu görülür. Hoekstra ve Mekonnen'in 1996-2005 dönemini içeren global ölçekli çalışmalarında, tarımın su ayak izinin; insanlığın toplam su ayak izinin %92'sinden sorumlu olduğu ortaya konulmuştur (Hoekstra and Mekonnen, 2012). Yine bir bireyin ortalama su ayak izinin yarısından fazlasının; tükettiği gıdalardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Su, uygarlık tarihi boyunca gıda yetiştiriciliğinde önemli bir tarımsal girdi olarak rol almıştır. Yüzyıllar boyu medeniyetler akarsu havzalarına yakın yerlere yerleşmeyi tercih etmiş, ileri uygarlıklar kırsal ve tarımsal kalkınmayla gelişme kaydetmiştir. Günümüze bakıldığında da tarım, özellikle gelişmekte olan ülkelerde sosyal ve ekonomik anlamda en önde gelen sektör olarak kabul edilmektedir. Tarımın gelişmesinden bahsedilirken öncelikle sınırlı bir kaynak olan suyun tarımda kullanımı ele alınmalıdır. Rantabl bir tarımsal sulama; tarımda ürün verimini artırarak hem bir ülkenin gıda güvencesi kapasitesini artırma adına önemli bir katkı sunar ve hem de su kaynakları etkin kullanılmış olur. Tarımsal sulamada verim; temel olarak kullanılan sulama yöntemine bağlıdır. Bunun yanında elbette sorumlu otoritelerin yönetimine

[2] 'Su Ayak izi''nin mucidi Prof. Arjen Y. Hoekstra'nın Kasım, 2019'da 53 yaşında aniden vefat ettiğini tez yazımım sırasında üzülerek öğrendim. Çalışmalarının bilim dünyasına ilham vermeye devam etmesini dilerim. (B.Ç.)

bağlı olduğu gibi, toprağın yapısı, üretim metotları, çiftçilerin teknik kabiliyetleri/alışkanlıkları gibi pek çok sosyal ve çevresel faktörle ilişkilidir. Buradan hareketle ülkelerin tarımsal su ayak izi de kullandıkları tarım teknolojileri ile ve dolayısıyla kalkınma seviyeleriyle yakından ilişkili olduğu söylenebilir. Küresel olarak tarımsal sulamanın neden olduğu su tüketimi, dünya üzerindeki su kullanımının %70'ini oluşturmakta olup (FAO, 2013; OECD, 2016; WorldBank, 2017) bazı gelişmekte olan ülkelerde bu miktar yüzde 95'e kadar çıkabilmektedir (FAO, 2017). Gelişmekte olan birçok ülkede olduğu gibi, Türkiye'de her yıl tatlı su kaynaklarının %73'ü tarımda kullanılıp (WWF-Türkiye, 2014a), tarım sektörünün su ayak izinin; Türkiye'nin toplam su ayak izinin %89'undan sorumlu olduğu tahmin edilmektedir (WWF-Türkiye, 2014b). OECD'nin Türkiye'de tarımsal üretim ve sürdürülebilirlik raporuna göre Türkiye'de sulanan arazilerin %10 ile %16'sı için en yüksek verimli sulama metodu olan yağmurlama ve damla sulama uygulanırken, %74'ü daha az verimli olan salma sulama ile sulanmaktadır (OECD, 2016). Yine Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu'nun verilerine göre Türkiye'de tarım arazilerinin %15,7'sinin damla sulama ve yağmurlama tekniği ile sulanmakta olduğu raporlamıştır (ICID, 2017). Etkin ve verimli bir sulama için, suyun kapalı borularla araziye iletilmesi gerekmektedir. Kapalı borular, damla sulama yönteminin uygulanmasını mümkün kılmakla birlikte, açık kanallarla iletilen suyun buharlaşarak kaybolmasını önlemektedir (WWF-Türkiye, 2014a). Tarımsal sulamada 'damla sulama' gibi teknolojiler yerine 'vahşi sulama' veya 'salma sulama' gibi yüzeysel sulama yöntemlerinin kullanılması üretimin su ayak izini artırmaktadır. Bu anlamda tarımsal sulamaya yeterince yatırım yapılmaması ve geleneksel yöntemlerin sürdürülmesi kaynakların sürdürülebilir kullanımı adına tehlike oluşturmaktadır.

Bir gıda ürünün 'Su ayak izi' hem tarımsal sulamaya ve hem de yetiştirilen mahsülün türüne göre değişir. Hoekstra (2008)'nın gıda ürünlerinin su ayak izinin hesaplanmasına dair yaptığı çalışmaya göre; belirli bir gıda ürününün su ayak izi hesaplanırken, gıdanın tüm yaşam döngüsü boyunca kullanılan girdiler dikkate alınmalıdır. Buna göre örneğin etin su ayak izi hesaplanırken, ortalama bir sığırın kesime gönderilmeden yetiştirilmesi için ortalama üç yıl gerekeceği göz önünde bulundurularak tüm bu zaman zarfında ihtiyaçları için içtiği suyun yanısıra beslenmesi için gerekli tahıl ve samanın da yetiştirilmesinde kullanılan su dikkate alınmalıdır. Buna göre yalnızca 1 kg. etin su ayak izi 15 500 litreyi bulabilmektedir (Hoekstra, 2008). Her ürünün yetiştirilmesi için gereken girdiler farklı olacağından her bir mahsül türü farklı su ayak izine sahiptir. Ancak yine de genel bir kabul olarak hayvancılıktaki girdiler daha fazla olduğundan, hayvansal kökenli gıdaların bitkisel kökenli gıdalara göre daha yüksek su

ayak izi etkisine sahip olduğu birçok çalışma tarafından ortaya konulmaktadır (Hoekstra, 2008; WRAP 2011b, Venkat 2011, FAO, 2013). Nature Sustainability'de yayınlanan güncel bir çalışmaya göre bireylerin ve toplumların beslenme alışkanlıklarının & diyet tercihlerinin; su ayak izlerini çarpıcı bir ölçüde etkilediği görülmektedir (Vanham ve diğ., 2018). Buna göre örneğin vegan beslenen bir bireyin su ayak izi diğerlerine göre daha düşük miktarda olmaktadır.

2.3.3. Enerji Ayak İzi ve Gıda Atığı İlişkisi

'Gıda atığının enerji ayak izi' de tıpkı 'gıda atığının karbon ve su ayak izi' hesaplamalarında olduğu gibi yaşam döngüsü yaklaşımıyla ele alınır. Buna göre 'gıda atığının enerji ayak izi' hesaplanırken; gıdanın üretiminden bertarafına dek ilgili girdiler için de dahil olmak üzere tüm enerji tüketimi dikkate alınır.

Enerji sektörü ve dolayısıyla enerji politikaları birçok sektörle içiçedir ki bunlardan biri de tarım ve gıda üretim sistemleridir. Tarım-gıda zinciri, dünyadaki toplam enerji talebinin yaklaşık %30'undan sorumludur (FAO, 2015). Artan gıda talebini karşılamak için giderek büyüyen gıda üretim sistemlerinin her aşamasında; üretimden dağıtıma ve hatta pişirme ve saklamaya dek enerji gerekmektedir. Tarım-gıda sistemleri mevcut durumda tüm bu işlemleri opere etmek için büyük oranda fosil yakıtlara dayanmaktadır. Bu açıdan sera gazı emisyonlarını azaltma ile ilgili hedefler, gıda üretiminde sarf edilen enerjiyi daha da önemli hale getirmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve optimum enerji tüketimi ile gıda sistemlerinin yapılandırılması ve tarım kaynaklı emisyonların düşürülmesiyle ilgili kaygılar tarım, enerji, iklim değişikliği bağlamında tartışılmaktadır. Tarıma sürdürülebilir enerji girdisi sağlamak ve böylece verimliliği artırmak aynı zamanda tarımın iklim değişikliğine olan katkısını sınırlayabilecektir. Ancak gelişmekte olan ülkelerdeki tarımsal gıda zincirlerinin birçok yerinde yenilenebilir enerji ağı yetersizdir.

Sistemde başka tasarruflar sağlamak da mümkündür ki bunlardan biri de 'gıda atığı ile mücadeledir. Gıda zinciri boyunca çöpe giden gıda aynı zamanda boşa giden enerji anlamına gelmektedir. Bu noktada gıda atığı ile ilgili bir enerji bilançosunun çıkarılması durumu daha net ortaya koyabilir. Zira bu, gıda atığının önlenmesi ile ilgili politikalar yapmak için mevcut durumu göz önüne sermenin yanısıra, atık gıdadan enerji kazanımı ile ilgili fırsatları değerlendirmek ve yön vermek için ayrıca gereklidir. Cuéllar ve diğ. (2010) ABD'de gıda atıklarının yılda kişi başına yaklaşık 7,6 GJ olduğunu ve Reynolds ve ark. (2016) Yeni

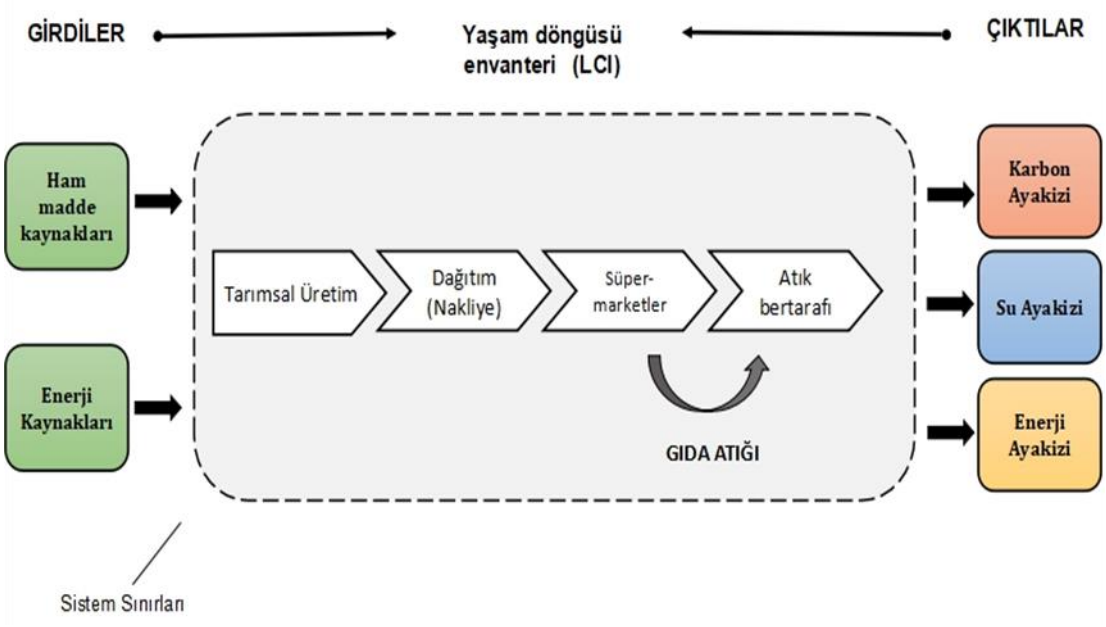
Zelanda'daki gıda atıklarının yılda kişi başına 6.6 GJ enerji içerdiğini tahmin etmiştir (Cuéllar ve diğ., 2010; Reynolds ve diğ., 2016).

Çevresel ayak izi etkisi (karbon-su-enerji gibi) gıda tedarik zinciri boyunca biriktiğinden, zincirin son aşaması olan 'tüketici seviyesindeki' gıda atıkları; gıda zincirinin diğer noktalarından çok daha yüksek çevresel maliyetlere sahiptir. Bu bağlamda, literatüre göre tüketici seviyesindeki gıda atıklarının neden olduğu enerji kaybı; hasat sonrası kayıpların neden olduğu enerji kaybından ortalama sekiz kat daha fazla bir paya sahiptir (Dobbs ve ark., 2011).

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. YDD AMACI VE KAPSAMININ TANIMLANMASI

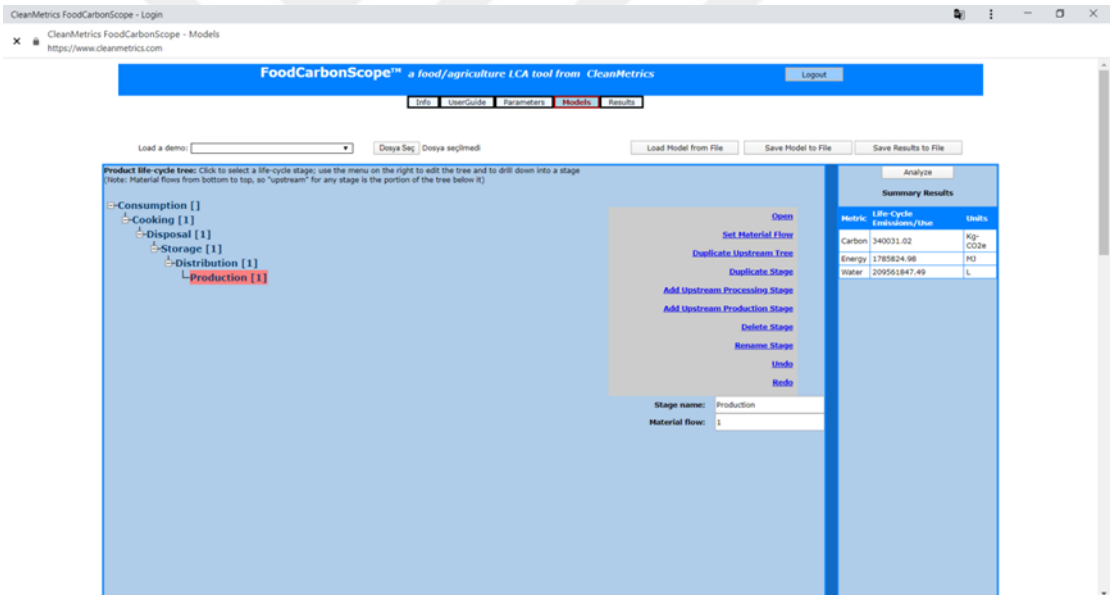
Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'deki süpermarket gıda atıklarının yaşam döngüsünün yıllık bazdaki etkisini değerlendirmektir. Çalışmada gıda atıklarının yaşam döngüsü çiftlikten-perakende satışa (farm to retail) kadar olacak şekilde modellenmiştir. YDD için sistem sınırları her bir gıda ürününün tarımsal üretimi, depolanması, dağıtımı ve bertaraf edilmesini içerecek şekilde belirlenmiştir. Her aşamadaki işlemler ve kabuller 3.3.3. Sistem Kabulleri bölümünde sunulmuştur. YDD sonuçları için analiz edilen etki kategorileri karbon ayak izi, su ayak izi ve enerji ayak izi olarak sınıflandırılmıştır. Şekil 3.1'de bu araştırma için belirlenen sistem sınırları ve gıda atıklarının yaşam döngüsünün akış şeması şematik olarak görülebilir.



Şekil 3.1: Süpermarket Gıda Atıklarının Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi için sistem sınırları.

YDD analizi için veritabanı uluslararası ISO 14040 serisi, PAS 2050 ve GHG Protokolü'ne dayandırarak oluşturmuş olan FoodCarbonScope™ kullanılarak modelleme yapılmıştır. FoodCarbonScope™ tarım toprağı, gübre yönetimi, enterik fermantasyon ve atık bertarafından kaynaklanan sera gazı (GHG) emisyonlarını IPCC'nin Ulusal GHG Envanterlerini kullanarak hesaplama imkânı sunmaktadır. Sonuçlar IPCC'nin 100-yıllık küresel ısınma potansiyeli (GWP 100a) kullanılarak karbondioksit eşdeğerinde (CO_2e) sunulmuştur (IPCC, 2009). Sera gazı emisyonları envanter sonuçları, gıdanın yaşam döngüsü boyunca enerji ve tüm temel girdilerin

yanısıra nakliye ve atık bertarafından kaynaklı emisyonları da kapsamaktadır. Bu sonuçlarda ayrıca doğrudan ve dolaylı sera gazı emisyonları ve çiftlik düzeyinde karbon tutma (carbon sequestration) vardır. Azotlu gübre uygulamasından kaynaklanan Azot oksit (N_2O), hasat kalıntıları, biyolojik azot sabitleme, toprak işleme uygulamalarındaki değişiklikler ve gübre yönetimi; pirinç tarlalarından kaynaklı metan (CH_4), gübre yönetimi ve enterik fermantasyon ve kireç/üre uygulaması ile topraktaki organik maddelerin oksidasyonundan kaynaklanan karbondioksit (CO_2) ve toprak ve biyokütledeki karbon tutma (carbon sequestration) (CleanMetrics, 2011). FoodCarbonScope™, analiz sonuçlarını analizi yapılan atık gıdanın yaşam döngüsünün "üretim, dağıtım, depolama, atık bertarafı" gibi her bir aşamasının sonunda; ilgili fazdaki çiftlik içi & çiftlik dışı çeşitli işlemlerle ilişkili olarak biriken enerj ayak izi (tüketilen enerji) (MJ), karbon ayak izi (üretilen GHG emisyonları) (CO_2e) ve su ayak izi (kullanılan su) (L) şeklinde sunmaktadır (bkz; Şekil 3.2).



Şekil 3.2: FoodCarbonScope™ yaşam döngüsü aşamasına göre analiz çıktısı.

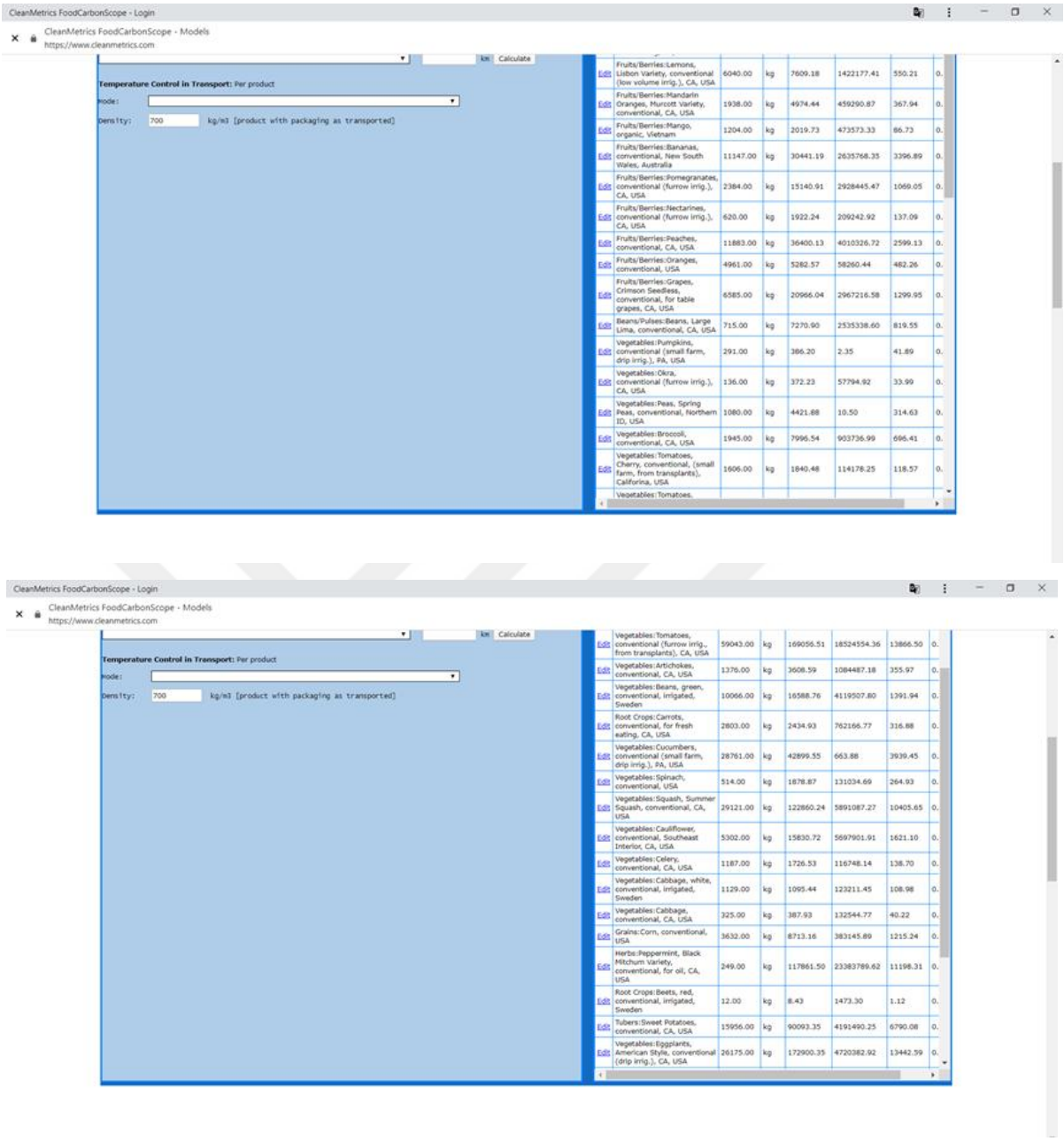
Bu tez çalışmasında FoodCarbonScope ™'un teknik kılavuzundaki yönergelere uygun olarak gıda atığının Şekil 3.1'de belirtilen yaşam döngüsü aşamaları boyunca bölüm 3.3.3. Sistem Kabulleri'nde belirtilen ilgili veriler işlenerek modellenme yapılmıştır.

3.3. VERİ KAYNAKLARI VE YDD MODELLEMESİ İÇİN YAPILAN KABULLER

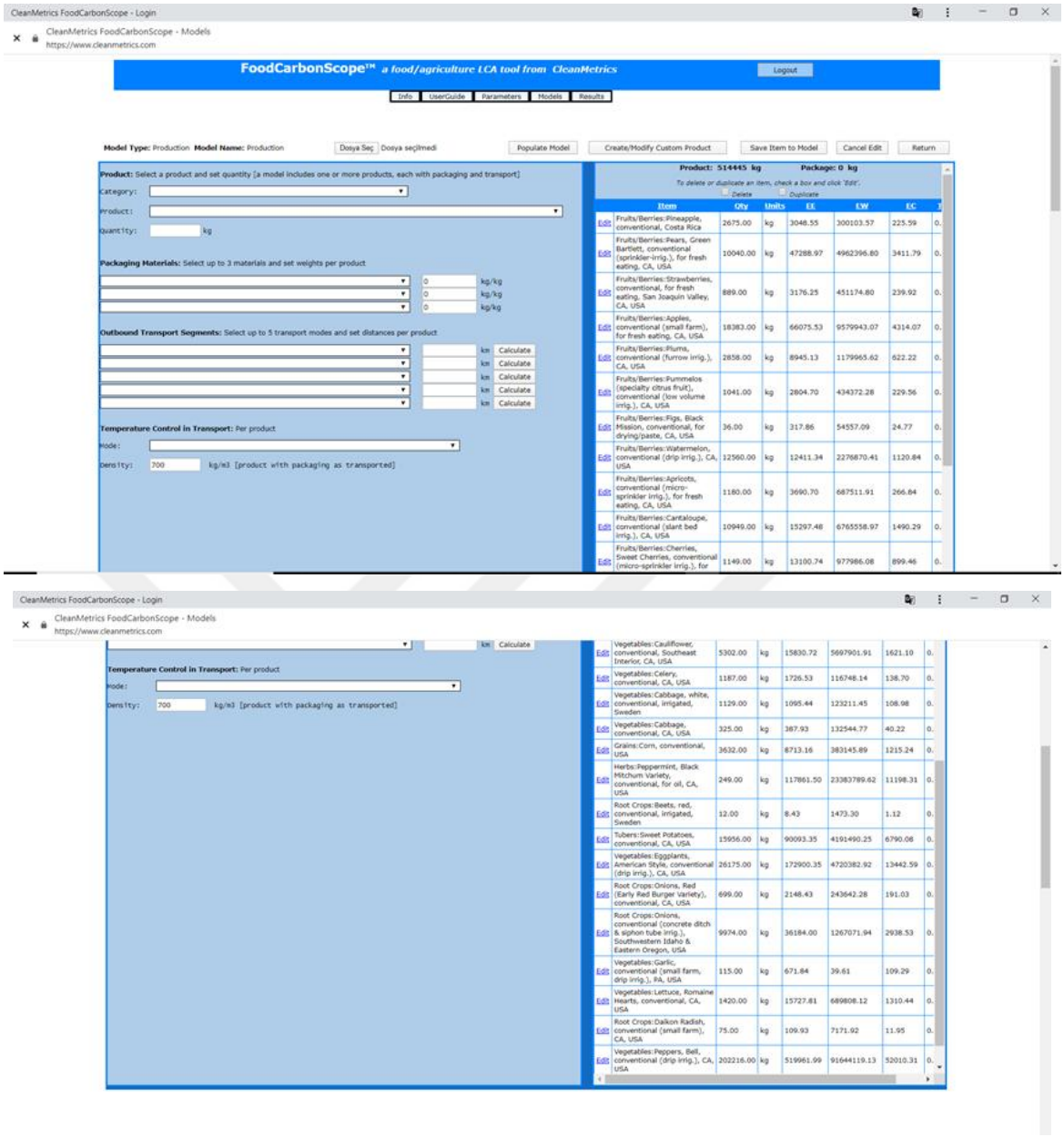
3.3.1. Gıda Atığı Verisi

Yapılan tüm saha araştırmalarında, veri temini araştırmacılar için hassasiyet isteyen ve aynı zamanda çeşitli zorluklarla karşılaşılan yoğun bir süreçtir. Gıda atığı problemi için de bu geçerli olup bugüne kadar yapılan çalışmalarda marketlerin ve işletmelerin rekabet vb. nedenlerle verilerini paylaşmak istemediğini, çok zor veri temini sağlandığını literatürde yapılan çalışmalar belirtmektedir. Bu çalışma için de birçok süpermarketle görüşülmüş, uzun süren çaba, gözlem ve takip sonucunda veri temini sağlanmıştır.

Analizi gerçekleştirilen gıda atığı verisi İstanbul'daki çeşitli Hiper ve Süper marketlerin toplamda 97 şubesi üzerinden yaklaşık 1,5 yıl boyunca (24.01.2017 – 03.08.2018) oluşan atık gıda verisi toplanarak derlenmiştir. Seçilen süpermarketlerdeki görevli personeller oluşan gıda atığını her bir ürün grubu için ayrı ayrı olmak koşuluyla barkod numaraları ile birlikte günlük olarak kaydını tutmuş, kilogram üzerinden kaydı tutulan gıda atığı verisi, tüm marketlerden elde edildikten sonra 34.357 veri girdisi yeniden benzer ürün grupları bir arada olacak şekilde MS Excel™ programında düzenlenmiştir. Buna göre alt ürün grupları, örneğin biber için 'çarliston biber', 'köy biberi', 'kıl biber' veya 'sivri biber' aynı kategoride değerlendirilmiştir. Derlenen atık gıda verisinin yaşam döngüsü analizi için kullanılan yazılımın program dili Türkçe opsiyonlu olmadığından her bir ürün karşılığı İngilizce olacak şekilde düzenlenmiş, atık verisi gıda türlerine göre kategorize edilmiş ve FoodCarbonScope™'nin veritabanına göre yeniden sıralanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.3: FoodCarbonScope™ ‘un veritabanına göre düzenlenmiş atık gıda verisi.



Şekil 3.4 (devam): FoodCarbonScope™ 'un veritabanına göre düzenlenmiş atık gıda verisi.

3.3.2. Envanter Analizi

Süpermarketlerden toplanan farklı atık fraksiyonlarıyla ilişkili veriye dayalı envanter analizi detayları ile bölüm 4.Bulgular'da sunulacaktır. Avakado, ayva, kivi, hindistan cevizi, hurma, pırasa, mantar, kestane, maydanoz veri tabanında mevcut olmadığı için analiz edilememiştir, bu gıda türleri için yalnızca oluşan atık miktarı saptanmıştır.

FoodCarbonScope™ ‘un envanterine göre modelleme için tercih edilen her bir gıda ürününün atık fraksiyonları ile ilişkili karbon-su ve enerji ayak izleri ve data kaynakları çalışmanın tamamlayıcı ekinde sunulmuştur.

3.3.3. Sistem Kabulleri

Ambalajlı gıda ürünleri, et ve süt mamulleri data elde edilemediği için kapsam dışı tutulmuştur. Arazi kullanım değişikliğinden (LUC) kaynaklanan potansiyel emisyonlar bu çalışmaya dahil edilmemiştir. İklimsel koşullar Türkiye için kuru-tropikal olarak kabul edilmiştir (IPCC, 2007). Fonksiyonel birim, her bir ürün türünün atığının 1 kg'ı olarak tanımlanmıştır. Atık üretimi, mevcut verilere uygun olarak tarımsal hasat, nakliye ve perakende satış (süpermarketler) operasyonları üzerinden modellenmiştir. Tüm atıkların, Türkiye'deki mevcut atık yönetimi uygulaması olan katı atık düzenli depolama tesislerinde bertaraf edildiği varsayılmıştır.

Yaşam döngüsü aşamalarına göre yapılan kabuller aşağıda sınıflandırılmıştır:

Tarımsal Üretim: Türkiye tarımda kendi kendine yetebilen bir ülke olduğundan (OECD, 2016), analizi yapılan tüm gıda ürünlerinin yerli olduğu kabul edilerek ithal ürünler değerlendirme dışında tutulmuştur.

Dağıtım: Tüm gıda emtiaları için üretim lokasyonu ile parekende satış lokasyonu arası 500 km yarı römork kamyonlarla, 50 km tek ünite kamyonlarla ‘soğutucusuz’ taşıma yapıldığı kabul edilmiştir.

Süpermarketler: Gıdaların bekletildiği soğutuculardа Türkiye için elektrik tüketimi göz önüne alınarak ve depolama müddeti 7 gün olacak şekilde modellenmiştir.

Atık bertarafı: Tüm gıda atıklarının bertaraf için anaerobik katı atık düzenli depolama tesislerine gönderildiği kabul edilmiştir. Atıkların mevcut bertaraf pratiklerine uygun olarak Katı Atık Düzenli Depolama Sahalarına gönderildiği kabul edilerek bertaraf emisyonları analiz edilmiştir.

YDD analizinin çıktıları aşağıdaki çerçeve göz önünde bulundurularak yorumlanmıştır:

Karbon Ayak izi; YDD analizlerinde atıklarla ilişkili emisyonlar genellikle değerlendirilen ürün veya hizmet sistemine tahsis edilir. Buna göre, “gıda atıkları” kendi başına bir karbon ayak izine sahip olamaz, fakat işletilen gıda ürünü yaşam döngüsü boyunca karbon ayak izi biriktirir.

Gıda atıklarının karbon ayak izi, atık yönetim aşamasına kadar gıdanın atık haline gelmeden önce biriktirdiği karbon ayak izi olarak yorumlanmalıdır. YDD'nin son aşamasında, gıda atığının bertarafı ile saldığı sera gazı emisyonu, buna dahil edilerek gıda atığının toplam karbon ayak izi hesaplanmış olur.

Su Ayak izi; Su ayak izi yalnızca üretimden kaynaklı su tüketimini ifade etmektedir, bu da ürünün yaşam döngüsündeki su ayak izinin yaklaşık minimum %70ini ifade ettiğinden anlamlı bulunmuştur. Ayrıca Türkiye'de damla sulama yaygın bir tarımsal sulama pratiği olmadığı için modelleme yaparken veri tabanının imkân verdiği ölçüde damla sulama ile yetiştirilen ürünler tercih edilmemiştir.

Enerji Ayak izi; Enerji ayak izi, gıda ürünleri ham olarak değerlendirildiğinden, endüstriyel işlemler ve pişirme gibi işlemlerde harcanan enerjiyi içermemektedir.

Bölüm 4.3 Süpermarket gıda atıkları için alternatif atık yönetimi senaryoları'nda araştırmadaki atık gıda verisine uygun olarak çeşitli atık yönetimi senaryoları uygulanmıştır. Her bir senaryo ve ilişkili karbon emisyonları; belirlenen bertaraf modeli çerçevesinde hesaplanarak gıda atığı yönetimlerinin potansiyel iklim değişikliği etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla 1) Anaerobik düzenli depolama sahası, 2) Biyogaz eldesi, 3) Kompostlaştırma, ve 4) Atık azaltma senaryoları uygulanmıştır. Söz konusu atık yönetimi opsiyonları, literatürdeki metodoloji gözetilerek (Silva ve Campos 2013; Eriksson, 2015) FoodCarbonScope™ 'un veritabanına ve sağlanan mevcut veriye uygun olarak modellenmiştir.

BULGULAR

4.1. VERİ ANALİZİ

4.1.1. Süpermarketlerde Gıda Atığı Oluşum Nedenleri

Çalışma boyunca ilgili personelle yapılan yazılı ve yüz yüze görüşmelere ve literatürden elde edilen bulgulara dayanarak süpermarketlerde meydana gelen gıda atığı oluşum nedenlerini şu şekilde sıralanabilir:

- Ürünlerin son kullanma tarihinin geçmesi
- Şekil, boyut gibi estetik sorunlar
- Bazı ürünlerin raf ömrünün kısa olması
- Üretim fazlası ürün, talep fazlası tedarik
- Taşımacılık ve depolama sırasında oluşan zedelenmeler
- Depolama sırasında ihmalden kaynaklı bozunma
- Taşımacılık ve depolamada soğutmalı saklama, havalandırma gibi altyapısal yetersizlikler
- Tüketicilerin son kullanma tarihi yaklaşan ürünlerle ilgili önyargısı.

Bu tez çalışmasında ‘taşımacılıktan kaynaklı zedelenmeler veya şekil-boyut gibi estetik nedenlerle satışa sunulmayıp çöpe giden yenilebilir durumdaki gıdalarla, satışa sunulduktan sonra üretim fazlası olarak elde kalan ve ilk tazeliğini korumadığı gerekçesiyle (örneğin sararmış muzlar) çöpe giden yenilebilir/tüketilebilir halde olan gıdalar incelenmiştir. Bir sonraki bölümde kaydı tutulan bu atık gıda ürünlerinin sınıflandırılması yapılmıştır.

4.1.2. Gıda Atıklarının Sınıflandırılması

24.01.2017 – 03.08.2018 tarihleri arasında günlük kaydı tutularak temin edilen gıda atığı verisi gözlemi yapılan süpermarket zincirlerinden kaynaklı toplam atık gıdanın %60’ını temsil etmektedir (Tablo 4.1). Sözkonusu gıda atığı “yenilebilir” (edible food waste) olup tüketim için uygundur. Kalan %40’lık gıda atığı yenilemeyecek halde (bozunmuş, çürümüş) ürünler olup tüketime uygun değildir. Çürüdüğü-bozunduğu için çöpe giden gıdaların ürün atık fraksiyonları bilinmediğinden çevresel etki değerlendirmelerine yönelik YDD analizleri yapılamamıştır.

Aşağıda 24.01.2017– 03.08.2018 tarihleri arası, İstanbul'daki 97 süper ve hiper marketten YDD analizi gerçekleştirilmek üzere elde edilen gıda atığı verisi alfabetik sıraya göre olacak şekilde kategorize edilerek sunulmuştur.

Tablo 0.1: Süpermarketlerden kaynaklı gıda atığı.

Atık gıda grubu	Atık miktarı (kg)
Ananas	2.675,2
Armut	10.040,8
Avakado	4.887,8
Ayva	3.810,8
Bakla	715,8
Bal kabağı	291,6
Bamya	136,1
Bezelye	1.080,6
Biber	202.216,4
Brokoli	1.945,5
Çilek	889,8
Domates	59.043
Domates cherry	1.606
Elma	18.383,8
Enginar	1.376
Erik	2.858,6
Fasülye	10.066,5
Greyfurt	1.041,9
Hindistan cevizi	430
Havuç	2.803,8
Hıyar	28.761,2
Hurma	35,2
Ispanak	514,1
İncir	36
Kabak	29.121
Karnabahar	5.302,1
Karpuz	12.560
Kavun	10.949,2

Tablo 0.2 (devam): Süpermarketlerden kaynaklı gıda atığı.

Atık gıda grubu	Atık miktarı (kg)
Kayısı	1.180,8
Kereviz	1.187,4
Kestane	40,5
Kiraz	1.149,2
Kivi	1.727
Lahana beyaz	1.129
Lahana	325
Limon	6.040,8
Mandalina	1.937,8
Mango	1.204,2
Mantar	1.738,3
Marul	1.420,2
Maydanoz	428
Mısır	3.632,7
Muz	11.147,2
Nar	2.384,3
Nane	249
Nektari	620
Portakal	4.961,2
Pancar	12
Patates	15.956,4
Patlıcan	26.175,3
Pırasa	1.242,3
Soğan kırmızı	699
Soğan	9.974
Sarımsak	115,6
Şeftali	11.883
Turp	74,9
Üzüm	6.585,5
Toplam	528.801

Tablo 4.1'e göre süpermarketlerden elde edilen gıda atığı verisi toplamda 57 ürün çeşidiyle 528.801 kg'a karşılık gelmektedir. Ürünlerin çevresel analizini gerçekleştirmek için, kullanılan

yazılım programın veri tabanında bulunmayan Avokado, Ayva, Hindistan Cevizi, Hurma, Kestane, Kivi, Mantar, Maydanoz ve Pırasa modelleme için dahil edilememiştir. Böylece YDD analizi için geri kalan 48 ürün atık fraksiyonlarına göre toplamda 514.459 kg olarak hesaplanmıştır. Ancak modelleme yaparken fonksiyonel birim 1 kg olarak belirlendiğinden, toplam miktarda küsurattan kaynaklı 14 kg'lık bir fark göz ardı edilerek 514.445 kg atık gıdanın çevresel etki analizi gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.2, süpermarketlerden kaynaklı toplam gıda atığını tez çalışmasında ele alınışına göre sınıflandırmıştır.

Tablo 0.3: Gıda atığı verisinin çalışma kapsamında sınıflandırılışı.

I. Yenilebilir gıda atığı (kg) (Tüketim için uygun)	528.801
II. Yenilemeyen gıda atığı (kg) (Tüketim için uygun değil)	352.534
TOPLAM (kg)	881.335

Buna göre bir sonraki bölüm olan 4.2. Süpermarket gıda atıklarının çevresel etki analizi için YDD analizi için yapılmak üzere 1 no'lu veri kullanılacak, bölüm 4.3 Süpermarket gıda atıkları için alternatif atık yönetimi senaryoları için ise toplam atık gıda verisi dikkate alınarak modelleme yapılacaktır.

4.2. SÜPERMARKET GIDA ATIKLARININ ÇEVRESEL ETKİ ANALİZİ

Bu bölümde süpermarketlerden kaynaklı 514.445 kg yenilebilir gıda atığının, tarımsal üretim, dağıtım, süpermarketler, atık bertarafı gibi YDD aşamaları için, bölüm 3.3.3 Sistem Kabullerinde her bir faz ile ilişkili olarak belirtilmiş olan işlemlerden kaynaklı biriktirdiği karbon-su ve enerji ayak izleri sunulmaktadır.

4.2.1. Süpermarket Gıda Atıklarından Kaynaklı Karbon Ayak İzi Etkisi

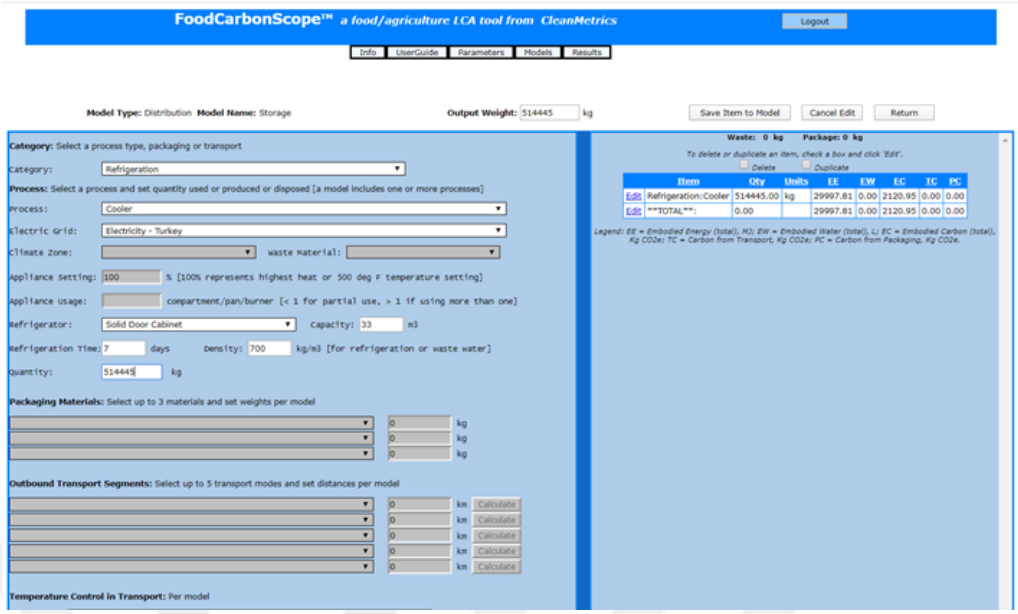
Tablo 4.3'te Süpermarketlerden kaynaklı 514.445 kg yenilebilir gıda atığının "tarımsal üretim, dağıtım, süpermarketler, atık bertarafı" gibi her bir yaşam döngüsü aşaması ile ilişkili olarak modellenen işlemlerden kaynaklı biriktirdiği karbon ayak izi sunulmaktadır.

Tablo 0.4: Yaşam döngüsü aşamalarına göre süpermarket gıda atıklarının karbon ayak izi.

YDD faz adı	İşlem türü	Karbon ayak izi (kg CO_2e)
Tarımsal üretim	Tarımsal üretim	146.528,8
Dağıtım	Nakliye (soğutucusuz)	24.020,1
Perakende satış (Süpermarketler)	Depolama	2.120,9
Atık bertarafı	Anaerobik Katı Atık Depolama	167.361
TOPLAM		340.031

Gıda atığının nakliye ve depolamadan kaynaklı karbon ayak izi, tarımsal üretim ve atık bertarafı adımlarındaki karbon ayak izinden oldukça daha düşüktür. İthal ürünlerin çalışmaya dahil olmaması dağıtım fazındaki emisyon miktarının nispeten düşük olmasını sağlamıştır. FoodCarbonScope^{TM}'un veritabanına göre modellenmiş olan atık bertarafı sonuçlarına göre "atık bertarafından kaynaklı karbon ayak izi"; "tarımsal üretimin karbon ayak izi"nden yüksek çıkmıştır. Literatürde de belirtildiği gibi, şayet atık kompozisyonunda hayvansal kökenli ürünler bulunsaydı; tarımsal üretimin karbon ayak izi sonuçlarının atık bertarafının karbon ayak izinden daha yüksek olmasından söz edilebilirdi.

Gıda atığı grupları, nakliye-depolama-gıda atığı bertarafı gibi yaşam döngüsü adımlarında, aynı şartlarda modellenmiş olmak şartı ile ürün çeşidinden bağımsız sadece toplam atık miktarı ile ilişkili ve bir emisyon salımı gösterirler. Örneğin nakliyeden kaynaklı emisyon; havuç veya domates için aynıdır; çünkü aynı mesafe için taşımacılık yapıldığı kabul edilmiştir. Soğuk hava deposunda bekletilen gıda ürünlerinin karbon ayak izi de yine ürün çeşidinden bağımsız; elektrik tüketimi vb. uygulamalar ile ilgilidir. Bu nedenle gıda atığı grupları bu aşamalarda toplam atık miktarı üzerinden modellenebilir (bkz; Şekil 4.1).



Şekil 0.1: Süpermarketlerden kaynaklı gıda atığının depolama işleminden kaynaklı karbon ayak izi modellemesi.

Ancak *tarımsal üretim* aşaması için, çiftlik içi emisyonlar her bir ürün için farklılık gösterdiğinden hem ürün türüne ve hem de atık miktarına göre neden olduğu CO_2e emisyonu (karbon ayak izi) değişmektedir.

Süpermarketlerden kaynaklı 514.445 kg yenilebilir gıda atığının T*arımsal Üretim* aşaması için modellen karbon ayak izi; gıda gruplarına ve *ilişkili atık fraksiyonlarına bağlı olarak* Tablo 4.4'te sunulmaktadır.

Tablo 0.5: Süpermarket gıda atıklarının "Tarımsal Üretim"den kaynaklı karbon ayak izi.

Gıda atığı grupları	**Tarımsal üretime bağlı karbon ayak izi (kg CO_2e)**	**Gıda atığı grupları**	**Tarımsal üretime bağlı karbon ayak izi (kg CO_2e)**
Ananas	225,5	Brokoli	696,4
Armut	3.411,7	Biber	52.010
Çilek	239,9	Domates Cherry	118,5
Elma	4314	Domates	13.866,5
Erik	622,2	Enginar	355,9
Greyfurt	229,5	Fasülye	139,9
İncir	24,7	Havuç	316,8
Karpuz	1.120,8	Hıyar	3.939,4
Kayısı	266,8	Ispanak	264,9
Kavun	1.490,2	Kabak	10.405,6
Kiraz	899,4	Karnabahar	1621,1
Limon	550,2	Kereviz	138,7
Mandalina	367,9	Lahana (beyaz)	108,9
Mango	86,7	Lahana	40,2
Muz	3.396,8	Mısır	1.215,2
Nar	1.069	Nane	11.198,3

Tablo 0.6 (devam): Süpermarket gıda atıklarının "Tarımsal Üretim"den kaynaklı karbon ayak izi.

Gıda atığı grupları	Tarımsal üretime bağlı karbon ayak izi (kg CO_2e)	Gıda atığı grupları	Tarımsal üretime bağlı karbon ayak izi (kg CO_2e)
Nektarin	137	Pancar	1,1
Şeftali	2.599,1	Patates	6.790
Portakal	482,2	Patlıcan	13.442,5
Üzüm	1.299,9	Soğan (kırmızı)	191
Bakla	819,5	Soğan	2.938,5
Bal kabağı	41,8	Sarımsak	109,2
Bamya	33,9	Marul	1.310,4
Bezelye	314,6	Turp	11,9

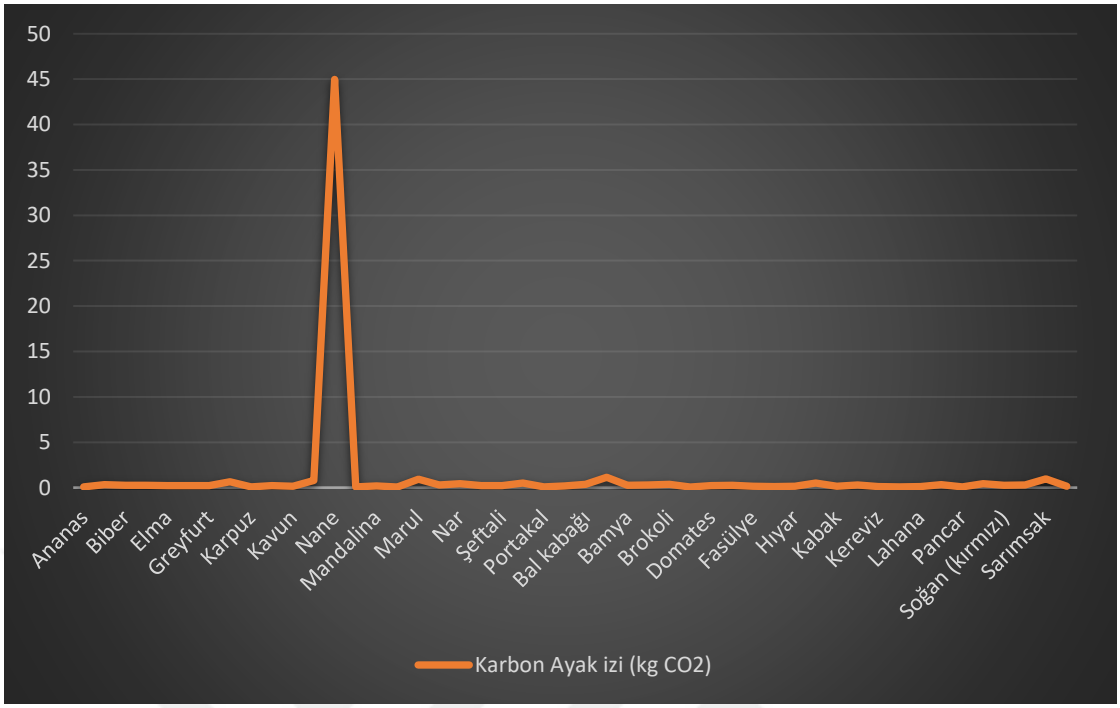
Tablo 4.4'e göre atık fraksiyonlarına bağlı olarak modellenen tarımsal üretim aşaması için en yüksek karbon emisyonunun bibere ait olduğu görülmektedir. Sonrasında sırasıyla domates, patlıcan ve nane en yüksek karbon ayak izine sahip atık gıda grupları olarak öne çıkmaktadır. Tarımsal üretim fazında karbon ayak izi en yüksek olan ürün grubunun biber olması,

I. Biberin çiftlik içi emisyonları ile,

II. Biberin atık miktarı ile,

veya her ikisi ile ilişkili olabilir.

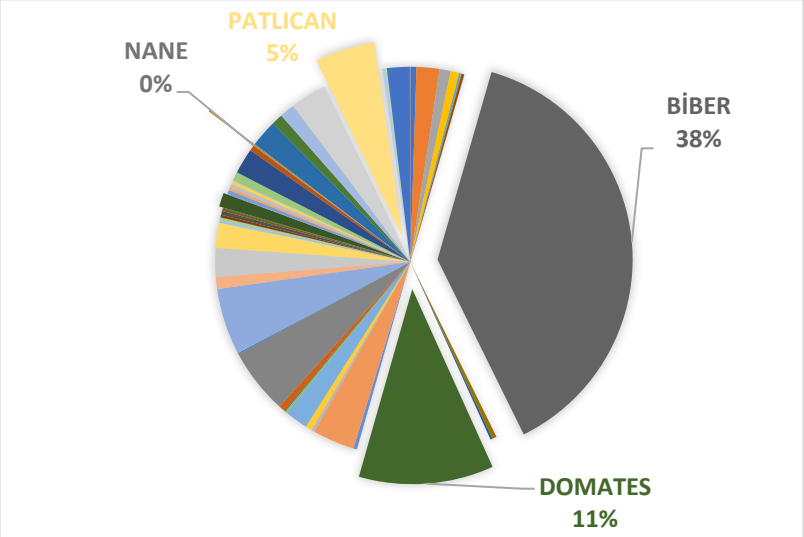
Şekil 4.2, FoodCarbonScope^{TM} veritabanına göre seçilmiş gıda ürünlerinin 1 kg için üretim karbon ayak izini sunmaktadır. Böylece 1 kg fonksiyonel ürün grubu için 'çiftlik içi emisyon' karşılaştırılması yapılabilir.



Şekil 0.2: FoodCarbonScope ™ veritabanına göre seçilmiş gıda ürünlerinin 1 kg için üretim karbon ayak izi[3].

Şekil 4.2'ye göre 'nane' hariç kalan sebze ve meyve atık grupları için çiftlik içi emisyonlar yaklaşık değerler göstermektedir. Şu halde Tablo 4.4'e göre biber'in tarımsal üretim aşaması için karbon ayak izi en yüksek atık gurubu olması çiftlik içi emisyonları ile ilişkili değildir. Bu durumda atık miktarı ile ilişkili olabileceği düşünülebilir. Şekil 4.3'te atık miktarları karşılaştırılmaktadır. Buna göre biberin tarımsal üretim aşaması boyunca karbon ayak izi en yüksek ürün grubu olmasının atık miktarından kaynaklandığı açıkça görülmektedir. Buna karşılık nanenin atık miktarı oldukça az olmasına rağmen (12 kg) karbon ayak izi en yüksek ilk ürünler arasında yer alması da nanenin 1 kg fonksiyonel ürün grubu için karbon ayak izinin çarpıcı bir şekilde yüksek olması ile ilişkili olduğu görülmektedir.

[3] Her bir gıda ürünü için karbon ayak izi değeri EK 4'te sunulmuştur.



Şekil 0.3: Gıda atıklarının ürün gruplarına göre yüzdelik oran dağılımı.

4.2.2. Süpermarket Gıda Atıklarından Kaynaklı Su Ayak İzi Etkisi

Tablo 4.5'te süpermarketlerden kaynaklı 514.445 kg yenilebilir gıda atığının "tarımsal üretim, *dağıtım, süpermarketler, atık bertarafı"* gibi diğer YDD aşamaları için, her bir fazla ilişkili olarak modellenen işlemlerden kaynaklı biriktirdiği su ayak izi görülmektedir. Çalışma kapsamında yalnızca tarımsal üretimden kaynaklı su ayak izi değerlendirildiğinden diğerleri dahil edilmemiştir.

Tablo 0.7: Yaşam döngüsü aşamalarına göre gıda atıklarının su ayak izi (kg/L).

YDD faz adı	İşlem türü	Su ayak izi (L)
Tarımsal üretim	Tarımsal üretim	209.561.847,4
Dağıtım	Nakliye (soğutucusuz)	-
Perakende satış (Süpermarketler)	Depolama	-
Atık bertarafı	Anaerobik Katı Atık Depolama	-
TOPLAM		209.561.847,4

Buna göre 514.445 kg gıda atığının üretiminden kaynaklı su ayak izi 209.561.847 litredir. Literatüre göre "tarımsal üretim safhası"; yaşam döngüsü boyunca gıda atıklarının su ayak izinin minimum %70'ini temsil ettiği için sonucun anlamlı olduğu söylenebilir. Su ayak izi, tarımsal üretim boyunca her bir ürün için farklılık göstermektedir. Süpermarketlerden kaynaklı 514.445 kg yenilebilir gıda atığının T*arımsal Üretim* aşaması için modellen karbon ayak izi; gıda gruplarına ve *ilişkili atık fraksiyonlarına bağlı olarak* Tablo 4.6'da sunulmaktadır.

Tablo 0.8: Süpermarket gıda atıklarının "Tarımsal Üretim"den kaynaklı su ayak izi.

Gıda atığı grupları	**Tarımsal üretime bağlı su ayak izi (L)**	**Gıda atığı grupları**	**Tarımsal üretime bağlı su ayak izi (L)**
Ananas	300.103,5	Brokoli	903.736,9
Armut	4.962.396,8	Biber	91.644.119,1
Çilek	451.174,7	Domates Cherry	114.178,2
Elma	9.579.943	Domates	18.524.554,3
Erik	1.179.965,6	Enginar	1.084.487,1
Greyfurt	434.372,2	Fasülye	4.119.507,7
İncir	54.557	Havuç	762.166,7
Karpuz	2.276.870,4	Hıyar	663,8
Kayısı	687.511,9	Ispanak	131.034,6
Kavun	6.765.558,9	Kabak	5.891.087,2
Kiraz	977.986	Karnabahar	5.697.901,9
Limon	1.422.177,4	Kereviz	116.748,1
Mandalina	459.290	Lahana (beyaz)	123.211,4
Mango	473.573,3	Lahana	132.544,7
Muz	2.635.768,3	Mısır	383.145,8
Nar	2.928.445,4	Nane	23.383.789,6
Nektarin	209.242,9	Pancar	1,473,2
Şeftali	4.010.326,7	Patates	4.191.490,2
Portakal	58.260,4	Patlıcan	4.720.382,9
Üzüm	2.967.216,5	Soğan (kırmızı)	243.642,2
Bakla	2.535.338,5	Soğan	1.267.071,9
Bal kabağı	2,3	Sarımsak	39,6
Bamya	57.794,9	Marul	689.808,1
Bezelye	10,4	Turp	7.171,9

Tablo 4.6'ya göre gıda ürünlerinin üretim su ayak izi karşılaştırılmasında en yüksek su ayak izinin Bibere ait olduğu görülmektedir. Sonrasında sırasıyla nane ve domates en yüksek su ayak izine sahip atık gıda grupları olarak öne çıkmaktadır.

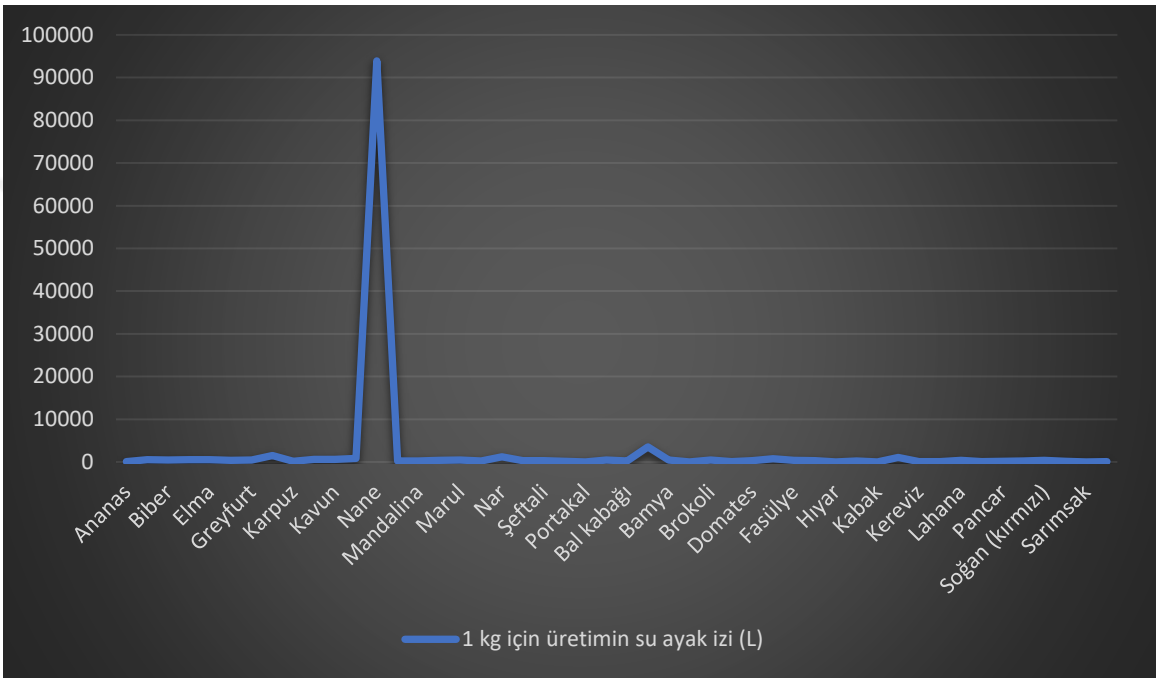
Tarımsal üretim fazında su ayak izi en yüksek olan ürün grubunun biber olması,

I. Biber için tarımsal sulamadan ve çiftlik içi üretimle ilgili girdilerden kaynaklı su tüketimi ile,

II. Biberin atık miktarı ile,

veya her ikisi ile ilişkili olabilir.

Şekil 4.4, FoodCarbonScope™ veritabanına göre seçilmiş gıda ürünlerinin 1 kg için üretim su ayak izini sunmaktadır. Böylece 1 kg fonksiyonel ürün grubu için ürünler arasında 'tarımsal üretimin su ayak izi' karşılaştırılması yapılabilir.



Şekil 0.4: FoodCarbonScope ™ veritabanına göre seçilmiş gıda ürünlerinin 1 kg için üretim için su ayak izi (L)[4].

Şekil 4.4'te görüleceği gibi, 1 kg fonksiyonel birim üzerinden değerlendirildiğinde, çeşitli gıda ürünleri arasından en yüksek su ayak izi etkisi 'nane 'ye aittir. Tarımsal sulamadan ve çiftlik içi üretimle ilgili girdilerden kaynaklı su tüketiminin diğer sebze ve meyve grupları için ise yaklaşık değerleri göstermekte olduğu görülmektedir. Şu halde Tablo 4.6'ya göre biberin tarımsal üretim aşaması için su izi en yüksek atık gurubu olması biber yetiştirilme aşamasındaki tarımsal sulamadan ve çiftlik içi üretimle ilgili girdilerden kaynaklı su tüketimi ile ilişkili değildir. Bu durumda atık miktarı ile ilişkili olabileceği düşünülebilir. Şekil 4.3'te atık miktarları karşılaştırılmaktadır. Buna göre biberin tarımsal üretim aşaması boyunca su ayak izi en yüksek ürün grubu olmasının atık miktarından kaynaklandığı açıkça görülmektedir. Buna karşılık nanenin atık miktarı oldukça az olmasına rağmen (12 kg) su ayak izi en yüksek ilk

[4] Her bir gıda ürünü için su ayak izi EK 4'te sunulmuştur.

ürünler arasında yer alması da nanenin 1 kg fonksiyonel ürün grubu için su ayak izinin çarpıcı bir şekilde yüksek olması ile ilişkili olduğu görülmektedir.

4.2.3 Süpermarket Gıda Atıklarının Enerji Ayak İzi Etkisi

Tablo 4.7'de gıda atıklarının üretimden bertarafa dek yaşam döngüsünün her bir faz'ı için oluşturduğu enerji ayak izi ayrı ayrı gösterilmiştir.

Tablo 0.9: Yaşam döngüsü aşamalarına göre gıda atıklarının enerji ayak izi (kg/MJ).

YDD faz adı	İşlem türü	Enerji ayak izi (MJ)
Tarımsal üretim	Tarımsal üretim	1.665.950,7
Dağıtım	Nakliye (soğutucusuz)	315.400,4
Perakende satış (Süpermarketler)	Depolama	29.997,8
Atık bertarafı	Anaerobik Katı Atık Depolama	-225.524
TOPLAM		1.785.824,9

Sonuçlar; gıdanın atık hale gelmeden evvel üretimine dair herhangi bir endüstriyel işlemin ve pişirme gibi proseslerin dahil olmadığı sonuçları göstermektedir. İşlenmemiş (ham) gıdalar değerlendirildiği için üretimin enerji ayak izi yalnızca çiftlik içi işlemlere dair sonuçları yansıtmaktadır. Şu hâlde işlenmiş gıdaların çok daha yüksek bir enerji ayak izi etkisine sahip olacağı tahmin edilebilir. Modelleme yaparken mevcut taşımacılık pratiklerine uygun olarak sebze ve meyveler için soğutuculu taşıma tercih edilmemiş olması dağıtım fazında nakliyeden kaynaklı enerji ayak izi etkisini minimumda tutmuştur. Perakende satış aşamasında saklama koşullarında soğuk hava deposunda bekletilmesiyle oluşan enerji ayak izi; depolamadan kaynaklı enerji tüketimini göstermektedir. Atık bertarafı aşamasında görülen 'negatif emisyon' anaerobik katı atık depolama operasyonunda elde edilen enerji kazanımından kaynaklanmakta olup gıda atıklarının YDD analizinde toplam enerji ayak izi etkisini düşürerek pozitif çevresel etki sağlamıştır.

Süpermarketlerden kaynaklı 514.445 kg yenilebilir gıda atığının T*arımsal Üretim* aşaması için modellen karbon ayak izi; gıda gruplarına ve *ilişkili atık fraksiyonlarına bağlı olarak* Tablo 4.8'de sunulmaktadır.

Tablo 0.10: Süpermarket gıda atıklarının "Tarımsal Üretim"den kaynaklı enerji ayak izi (MJ).

Gıda atığı grupları	**Tarımsal üretime bağlı enerji ayak izi (MJ)**	**Gıda atığı grupları**	**Tarımsal üretime bağlı eenerji ayak izi (MJ)**
Ananas	3.048,5	Brokoli	7.996,5
Armut	47.288,9	Biber	1.840,4
Çilek	3.176,2	Domates Cherry	169.056,5
Elma	66.075,5	Domates	169.056,5
Erik	8.945,1	Enginar	3.608,5
Greyfurt	2.804,6	Fasülye	16.588,7
İncir	317,8	Havuç	2.434,9
Karpuz	12.411,3	Hıyar	42.899,5
Kayısı	3.690,7	Ispanak	1.878,8
Kavun	15.297,4	Kabak	122.860,2
Kiraz	13.100,7	Karnabahar	15.830,7
Limon	7.609,1	Kereviz	1.726,5
Mandalina	4.974,4	Lahana (beyaz)	1.095,4
Mango	2.019,7	Lahana	387,9
Muz	30.441,1	Mısır	8.713,1
Nar	15.140,9	Nane	117.861,4
Nektarin	1.922,2	Pancar	8,4
Şeftali	36.400,1	Patates	90.093,3
Portakal	5.282,5	Patlıcan	172.900,3
Üzüm	20.966	Soğan (kırmızı)	2.148,4
Bakla	7.270,8	Soğan	36.184
Bal kabağı	386,2	Sarımsak	671,8
Bamya	372,2	Marul	15.727,8
Bezelye	4.421,8	Turp	109,9

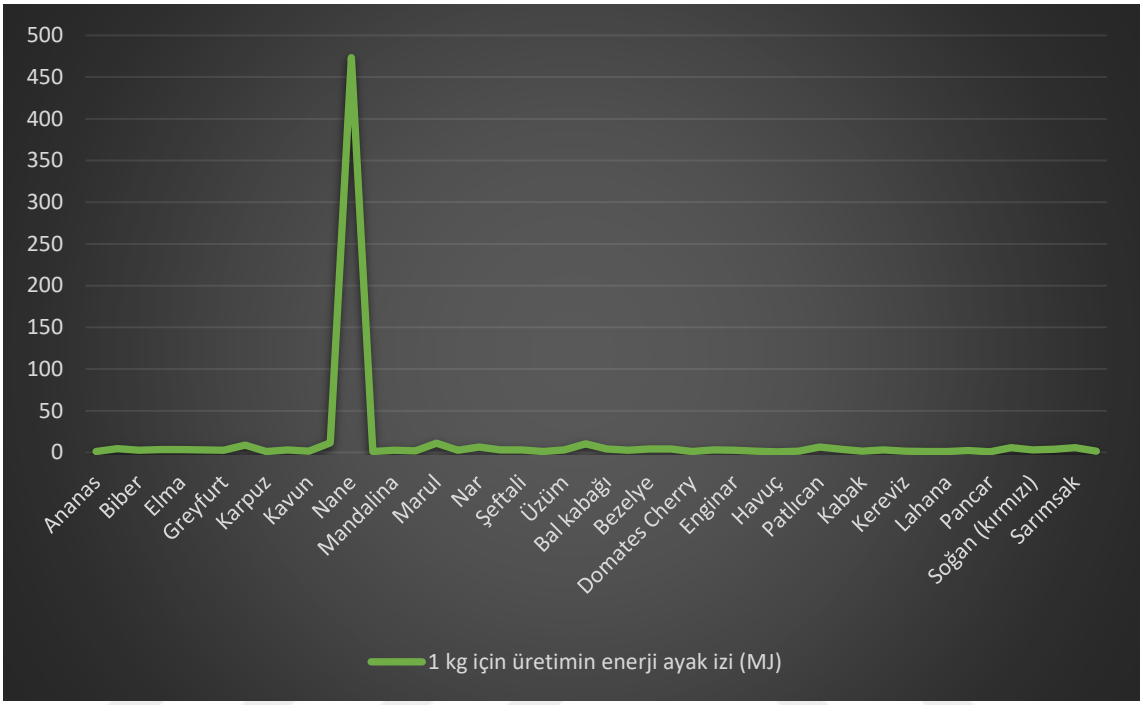
Tablo 4.8'e göre gıda ürünlerinin yaşam döngüsündeki üretim fazından kaynaklı enerji ayak izi karşılaştırılmasında en yüksek enerji ayak izinin bibere ait olduğu görülmektedir. Sonrasında sırasıyla patlıcan, domates, kabak ve nane en yüksek su ayak izine sahip atık gıda grupları olarak öne çıkmaktadır. Tarımsal üretim fazında enerji ayak izi en yüksek olan ürün grubunun biber olması,

i. Biber için tarımsal sulamadan ve çiftlik içi üretimle ilgili girdilerden kaynaklı su tüketimi ile,

ii. Biberin atık miktarı ile,

veya her ikisi ile ilişkili olabilir.

Şekil 4.5, FoodCarbonScope™ veritabanına göre seçilmiş gıda ürünlerinin 1 kg için üretim enerji ayak izini sunmaktadır. Böylece 1 kg fonksiyonel ürün grubu için ürünler arasında 'tarımsal üretimin enerji ayak izi' karşılaştırılması yapılabilir.



Şekil 0.5: FoodCarbonScope ™ veritabanına göre seçilmiş gıda ürünlerinin 1 kg için üretim için enerji ayak izi (MJ)[5].

Şekil 4.5'te görüleceği gibi, 1 kg fonksiyonel birim üzerinden değerlendirildiğinde, çeşitli gıda ürünleri arasından en yüksek enerji ayak izi etkisi 'nane'ye aittir. Tarımsal üretim boyunca çiftlik içi işlemlerden kaynaklı enerji tüketiminin diğer sebze ve meyve grupları için ise yaklaşık değerleri göstermekte olduğu görülmektedir. Şu hâlde Tablo 4.8'e göre biber'in tarımsal üretim aşaması için enerji ayak izi en yüksek atık gurubu olması biberin çiftlik içi üretimle ilgili girdilerden kaynaklı enerji tüketimi ile ilişkili değildir Bu durumda atık miktarı ile ilişkili olabileceği düşünülebilir. Şekil 4.3'te atık miktarları karşılaştırılmaktadır. Buna göre biberin tarımsal üretim aşaması boyunca enerji ayak izi en yüksek ürün grubu olmasının da atık miktarından kaynaklandığı açıkça görülmektedir. Buna karşılık nanenin atık miktarı oldukça az olmasına rağmen (12 kg) enerji ayak izi en yüksek ilk ürünler arasında yer alması da nanenin 1 kg fonksiyonel ürün grubu için enerji ayak izinin çarpıcı bir şekilde yüksek olması ile ilişkili olduğu görülmektedir.

[5] Her bir gıda ürünü için enerji ayak izi EK 4'te sunulmuştur.

4.2.4. Emisyon Envanteri

FoodCarbonScope™ sağladığı emisyon envanteri dağılımı Tablo 4.9'da sunulmuştur. Tüm bir tarımsal üretim boyunca uygulanan gübre ve pestisitler gibi tarımsal girdileri burada görmek mümkündür. Çiftlik içi ve çiftlik sonrası emisyonlar ayrı ayrı incelenebilir.

Tablo 0.11: Gıda atıklarından kaynaklı Toplam Karbon Ayak İzinin Emisyon Envanterine Göre Dağılımı.

Emisyon Kaynağı	**Karbon Ayak izi (kg CO_2e)**
Suni Gübre	8.576,1
Pestisit	16.255,9
Diğer çiftlik girdileri	35.692,1
Elektrik	10.215
Yakıt	28.169,2
Su	3.138,2
Ambalajlama	0,000
Ulaşım-Taşıma	30.868,6
Atık	167.361
Çiftlik içi CO_2	13.941,1
Çiftlik içi N_2O	25.689,3
Çiftlik CH_4	0,000
TOPLAM	339.907

Tablo 4.9 incelendiğinde dağıtım ve depolamaya dair işlemlerden kaynaklı emisyonları görmek mümkünken, çalışmada yalnızca işlenmemiş gıdalar değerlendirildiği için ambalajlamaya dair emisyon görülmemektedir. Ayrıca gıda atık kompozisyonunda et-süt gibi hayvansal kökenli gıda atığı bulunmadığından tarımsal üretim aşamasında enterik fermantasyondan kaynaklı metan emisyonu (CH_4) gözlemlenmemiştir. Emisyon envanterinde metan emisyonu olmayışı,

CH_4'ün karbon ayak izi denkliği yüksek olduğundan, bu çalışma için tarımdan kaynaklı karbon ayak izi sonuçlarının nispeten düşük çıkmasının ana nedeni olarak gösterilebilir.

4.3. SÜPERMARKET GIDA ATIKLARI İÇİN ALTERNATİF ATIK YÖNETİMİ SENARYOLARI

Bu bölümde süpermarketlerden kaynaklı gıda atıklarının optimum yönetimi için alternatif yönetim modelleri ve etkileri değerlendirilmiştir. Bunun için veri analizinde de belirtildiği gibi bu tez araştırması için süpermarket şubelerinden toplanan yenilebilir ve yenilemeyen gıda atıklarından derlenen toplam 881,3 ton atık verisi kullanılmıştır. Dört adet atık senaryosu modellenmiştir:

I. "%100 Aneorobik katı atık düzenli depolama" modeli ilk uygulanacak atık yönetim senaryosu olup mevcut durumu yansıtmış olacak ve gıda atıkları düzenli depolamaya gönderilecektir.
II. "%100 Kompostlaştırma modeli",
III. "%100 Anaerrobik çürütme modeli",
IV. "%50 Atık azaltma ile düzenli depolama modeli",

sırasıyla uygulanıp sonuçlar analiz edilecektir. Atık senaryoları için modelleme yapılırken depolama ve nakliye gibi operasyonlar ihmal edilmiş, gıda atıklarının yaşam döngüsünde çevresel etkisi en büyük paya sahip olan tarımsal üretim aşamasının ve farklı atık bertaraf opsiyonlarının etkisi gözlemlenmek istenmiştir. Son senaryo olan "atık azaltma" senaryosu hariç diğer senaryolar 881.3 ton atık verisi üzerinden modellenmiştir.

881.3 ton gıda atığının, tarımsal üretimden kaynaklı karbon ve enerji ayak izi ile düzenli depolamada bertaraf edilmesiyle oluşan karbon ve enerji ayak izi Tablo 4.10'da görülmektedir. Atık bertarafı aşamasında enerji ayak izi negatif değer göstermektedir. Bunun nedeni, gıda atığından elde edilen enerji kazanımıdır. Ancak bu kazanım, tarımsal üretiminden biriken enerji ayak izini nötrleyecek kadar olmamıştır.

Tablo 0.12: %100 Anaerobik katı atık düzenli depolama modeli.

YDD faz adı	Yapılan işlem türü	Karbon ayak izi (kg C02e)	Enerji ayak izi (MJ)
Üretim	Tarımsal üretim	93.261,1	914.633
Atık bertaraf	Anaerobik düzenli depolama	286.719,5	-386.363,2
TOPLAM		379.980	528.270

881.3 ton gıda atığı'nın, tarımsal üretimden kaynaklı karbon ve enerji ayak izi ile kompostlaştırılmadan kaynaklı karbon ve enerji ayak izi Tablo 4.11'de görülmektedir. Tarımsal üretimden kaynaklı karbon ve enerji ayak izi etkisi, gıda atığı miktarına bağlı olarak ilk senaryo ile aynıdır. Kompostlaştırmadan kaynaklı bir enerji ayak izi olmadığı gibi enerji geri kazanımı da söz konusu değildir. Ancak kompostlaştırma modeli; içerdiği gübre, kimyasallar ve toprak solunumu neticesinde meydana gelen GHG emisyonları nedeniyle proses boyunca karbon ayak izi birikmiştir.

Tablo 0.13: %100 Kompost modeli.

YDD faz adı	Yapılan işlem türü	Karbon ayak izi (kg C02e)	Enerji ayak izi (MJ)
Üretim	Tarımsal üretim	93.261,1	914.633
Atık bertaraf	Kompostlaştırma	166.924,8	0
TOPLAM		260.186	914.633

881.335 kg gıda atığı'nın, tarımsal üretimden kaynaklı karbon ve enerji ayak izi ile, anaerobik çürütme sonucu biyogaz eldesiyle oluşan karbon ve enerji ayak izi Tablo 4.12'de görülmektedir. Tarımsal üretimden kaynaklı karbon ve enerji ayak izi etkisi, gıda atığı miktarına bağlı olarak ilk iki senaryo ile aynıdır. Atık bertarafı fazı; karbon ayak izi ve enerji

ayak izi için negatif değerler göstermektedir. Elde edilen sonuçlar tarımsal üretimden kaynaklı karbon ve enerji ayak izini nötrlemekle kalmamış, toplam karbon ayak izi ve enerji ayak izi için de negatif değerlerde çıktı sunmuştur. Toplam karbon ve enerji ayak izinin negatif değerler göstermesi sırasıyla GHG salımının azalması ve enerji kazanımı olduğu anlamına gelmektedir.

Tablo 0.14: %100 Biyogaz modeli.

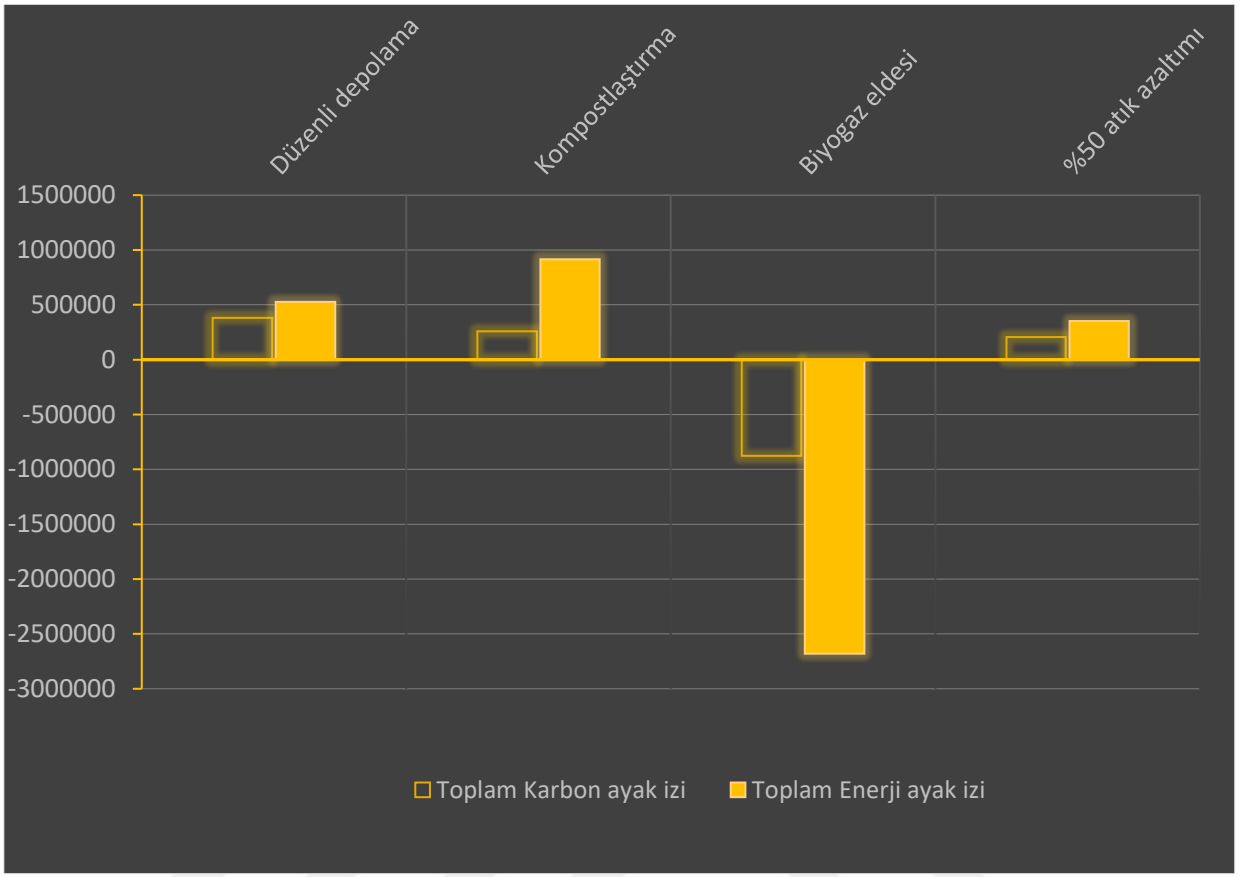
YDD faz adı	**Yapılan işlem türü**	**Karbon ayak izi (kg $C0_2e$)**	**Enerji ayak izi (MJ)**
Üretim	Tarımsal üretim	93.261,1	914.633
Atık bertaraf	Anaerobik çürütme (Biyogaz)	-970.186,9	-3.593.973,9
TOPLAM		-876.926	-2.679.340

Son atık yönetim senaryosu olan "%50 Atık azaltımı" senaryosunda toplam atık miktarı üzerinden, atık önleme politikalarıyla %50'lik bir gıda atığı azaltımı yapılabileceği varsayılmış, kalan atık miktarı yine mevcut pratiklere uygun olarak bertaraf edilmek üzere düzenli depolamaya gönderilmiştir. Buna göre modellenen atık miktarı bu senaryoda toplam atıkdan %50'lik bir azaltım sonrası kalan 440,6 ton'dur. Tarımsal üretimden kaynaklı karbon ve enerji ayak izi etkisi, gıda atığı miktarına bağlı olarak ilk üç senaryo ile aynı değildir. Çöpe gitmeyecek olan gıda atığı miktarının tarımsal üretimi de gerçekleşmeyecektir (Çöpe giden her gıdanın boşuna üretilmiş olacağı yaklaşımı). Dolayısıyla diğer senaryolara göre bu senaryoda tarımsal üretimden kaynaklı karbon ve enerji ayak izi etkisi daha düşük olmuştur. 440,6 kg'lık gıda atığının karbon ve enerji ayak izi ile, düzenli depolama aşaması için oluşan karbon ve enerji ayak izi Tablo 4.13'te görülmektedir. Toplam gıda atığının bir miktar azaltılması ile yapılan bu modellemede tahmin edilebileceği gibi atık bertarafının karbon ve enerji ayak izi de biyogaz modeli hariç diğer modellere göre daha düşük olmuştur.

Tablo 0.15: %50 atık azaltımı ile düzenli depolama.

YDD faz adı	Yapılan işlem türü	Karbon ayak izi (kg $C0_2e$)	Enerji ayak izi (MJ)
Üretim	Tarımsal üretim	61.482,7	544.961,4
Atık bertaraf	Anaerobik düzenli depolama	143.359,6	-193.181,4
TOPLAM		204.841	351.780

Atık azaltımı senaryosu hariç diğer atık yönetim senaryolarında gıda atığı miktarı aynı olduğu için tarımsal üretim fazı boyunca karbon ve enerji ayak izi için aynı değerleri göstermektedirler. İlk üç senaryo için atık yönetim modeline bağlı olarak atık bertarafı sonuçları toplam çevresel etkileri farklılaşmaktadır. Son senaryoda ise atık miktarını azaltmanın diğer senaryolar karşısındaki etkisi araştırılmıştır. Tüm senaryolar Şekil 4.6'da karşılaştırılmaktadır:



Şekil 0.6: Gıda atığı yönetim senaryolarının karşılaştırılması.

İlk senaryo olan katı atık düzenli depolama, mevcut pratiklere uygun bir atık yönetimi olup süpermarket gıda atıkları için geçerli atık yönetimi sonuçlarını yansıtmaktadır. Diğer senaryolarla karşılaştırıldığında yalnızca kompostlaştırma modelinin ve sadece enerji ayak izine göre daha avantajlı bir seçenek olarak yorumlanmıştır. Kompostlaştırmada enerji kazanımı da enerji tüketimi de olmamaktadır. Dolayısıyla Kompostlaştırma modelinde enerji ayak izi sonucu "gıda atığının yaşam döngüsünün tarımsal üretimin aşamasında biriktirdiği enerji ayak izi"ni göstermektedir. Halbuki düzenli depolamada bir miktar enerji kazanımı sağlanmaktadır. Diğer YDD yazılımlarında da olduğu gibi, kompost üretimi modellenirken gübre ve kimyasal kullanımı GHG emisyonlarını artıran bir değer olarak işlem görmektedir. Bu da kompostlaştırmada belli bir miktar emisyona neden olarak karbon ayak izini artırmaktadır. Yine de katı atık düzenli depolamaya nispeten daha az sera gazı emisyonuna neden olarak daha düşük miktarda karbon ayak izi biriktirdiği görülmüştür.

Gıda Atıklarının Anerobik Çürütme modeli tüm atık yönetim modelleri içinde en iyi opsiyon olarak açıkça görülmektedir. Bu durum gıda atığının alternatif bir enerji kaynağı olarak değerlendirilebileceği şeklinde yorumlanmıştır.

Son atık yönetim senaryosu olan *%50 atık azaltarak gıda atıklarının düzenli depolanması* için sonuçlar, tahmin edilebileceği gibi birinci senaryo ve aynı zamanda mevcut atık yönetim pratiği olan *%100 düzenli depolama'*dan kaynaklı karbon ayak izi ve enerji ayak izi sonuçlarına nispeten düşük çıkmıştır. Bu model aynı zamanda, katı atık depolama tesislerine gönderilen gıda atığı miktarının %50 azaltılmasına yönelik işletilebilen bir gıda atığı yönetiminin; %100 kompost modelinden daha düşük emisyona ve enerji tüketimine neden olduğunu göstererek daha çevreci bir yaklaşım ortaya koymaktadır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın amacı gıda arz zinciri boyunca önemli bir yeri olan süpermarketlerin gıda atığı potansiyelini belirlemek ve neden olduğu çevresel etkileri ortaya koymaktır. Bu araştırmanın yalnızca kısıtlı bir bölümü gıda atığının oluşum nedenlerine ayrılmış olduğundan, bu bölümde, elde edilen atık gıda ölçümlerinin boyutları ve çevresel etkileri değerlendirilmiş ve bununla ilgili öneriler sunulmuştur.

5.1. SÜPERMARKETLERDEN KAYNAKLANAN GIDA ATIĞININ BOYUTLARININ İNCELENMESİ

Çalışma kapsamında, belirlenen süpermarketlerde 24.01.2017 – 03.08.2018 tarihleri arasında (18 ay boyunca) gıda atığı ölçümleri yapılmış, sonuçlar İstanbul'daki 97 süper ve hipermarket şubesi için 881,3 ton atık oluştuğunu ve bunun %60'ının (528,8 ton) yenilebilir durumda olan gıda atıklarından meydana geldiğini göstermiştir. Toplam 881,3 ton gıda atığı ölçümünün yıllık bazda 587,5 ton olduğu göz önüne alınırsa, şube başına ortalama gıda atığı oluşum miktarı şu şekilde hesaplanabilir:

Toplam atık verisi (ton/yıl) ÷ Toplam süpermarket şube sayısı = Şube başı ortalama gıda atığı (ton/yıl)

$\frac{587,5}{97} = 6$ ton/yıl olacaktır.

İstanbul'da toplam 6273 süpermarket şubesi bulunmaktadır (Beyond.İstanbul, 2019). Market şubelerinin bulunduğu semtlerin ekonomik durumu, tüketici kitlesinin alışkanlıkları ve işletmelerin ürün satın alma-saklama operasyonlarındaki uygulama farklılıkları gibi birçok değişkenin benzer koşullar altında olduğu kabulü ile; *şube başı ortalama yıllık gıda atığı* ile t*oplam şube sayısı*nın çarpımı İstanbul'un süpermarketlerden kaynaklı yıllık gıda atığı hakkında fikir sağlayabilir. Buna göre:

6 ton/yıl × 6273 = 37.638 ton/yıl sonucu elde edilecektir.

Süpermarketlerden kaynaklı 37.638 ton/yıl gıda atığı, 16 milyon nüfusu ile İstanbul için kişi başı 2,35 kg/yıl gıda atığına karşılık gelmektedir. Süpermarketlerden kaynaklı gıda atığının boyutları ile ilgili literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, kendi içinde benzer ekonomik şartlara

sahip ülkelere ait gıda atığı ölçümlerinin bile birbirinden uzak sonuçlar verebildiğini görmek mümkündür. Örneğin İskandinav ülkelerinden 5,8 milyonluk nüfusa sahip Danimarka için süpermarket kaynaklı gıda atığı 153.000 ton/yıl veya 27 kg/kişi başı (Miljøstyrelsen, 2014; Landbrug & Fødevarer, 2015) iken 5,5 milyonluk nüfusa sahip Finlandiya için, 13 kg/kişi başı (Katajajuuri ve diğ., 2014), 10,2 milyona nüfusa sahip İsveç için ise 70.000 ton/yıl veya 7 kg/kişi başı (Stare ve diğ., 2013; SEPA, 2013) olması karşılaştırma yapabilmek için farklı dinamiklerin sorgulanmasını gerekli kılmaktadır. Danimarka'da süpermarket gıda atıkları için yapılan şube bazlı bir başka çalışmada 1319 şube üzerinden 1207 ton/yıl gıda atığı oluştuğu tespit edilmiştir (Silva ve Campos, 2013). Söz konusu çalışmanın sonuçlarını, market ölçekleri, toplam ürün alım ve satış miktarı gibi oranların bilgisi olmadığından, bu tez çalışması kapsamında Türkiye için 97 süpermarket şubesi üzerinden elde edilen 881,3 ton/yıl gıda atığı ile karşılaştırmak anlamlı olmayacaktır. Konunun henüz yeni sayılabilecek bir saha olmasının, çalışmalarda kullanılan metot farklılığının, veri ölçeğinin ve kısıtlı nicel veri ile öngörülen tahminlerin farklı varyasyonlara yol açmasının yanısıra, örneğin süpermarketlerdeki işgücüne bağlı olarak veri toplanması için tahsis edilen personelin ücretli veya gönüllü istihdamına göre veri sıhhatinin değişmesi gibi pek çok faktör araştırma sonuçlarını etkileyebilmektedir. Bunun yanında ülkelerin belirlediği ulusal ölçekli gıda atığı önleme politikaları uyarınca son kullanma tarihi yaklaşan gıda ürünlerinin; gıda atığına dönüşmeden indirimli marketlerde satışa sunulması gibi uygulamalar, bölüm 2.2.3'de belirtildiği gibi bazı ülkelerde spesifik olarak süpermarketler için gıda oluşumuna ilişkin getirilen yasal tedbirler, süpermarketlerden kaynaklı gıda atığı çalışmaları için sonuçları değerlendirirken bu tür düzenlemeleri de göz önünde bulundurarak yorumlamayı gerektirmektedir. Ancak denilebilir ki bu tez araştırması hem Türkiye için süpermarketlerden kaynaklı gıda atığı potansiyelinin bir fotoğrafını çekmiş ve hem de gelişmekte olan ülkelere konu hakkında fikir vermesi adına referans bir çalışma olmuştur.

Çalışma kapsamında ölçümlenen gıda atığı verisi meyve ve sebzelerden oluşup, işlenmiş ambalajlı gıdalar, et ve süt ürünleri, veri sağlanamadığından dahil edilmemiştir. Bununla birlikte, perakende sektöründen kaynaklı gıda atıklarının ölçümlenmesini ele alan literatürdeki bazı diğer çalışmaların da en çok atık oluşturan segment olarak meyve ve sebze atıklarını tanımladığı görülmektedir (Stenmarck ve diğ., 2011; Stoessel ve diğ., 2012, Buzby & Hyman, 2012; Beretta ve diğ., 2013; Scholz, 2013; Eriksson, 2015). Bu da süpermarketlerde gıda atığı oluşumu konusunda ilk odaklanılması gereken departmanın sebze-meyve grubu olabileceğini göstermiştir. Sebze -meyve grubu taze gıda grubu olduğu için raf ömrü daha kısa ve atık

oluşumuna daha müsaittir. Ayrıca Türkiye'de en fazla kayıp-israf yaşanan ürün grubunun; sebze ve meyveler olarak görülmesi bunu desteklemektedir (Pekcan ve diğ 2006). Bu çalışma için dikkat çeken bir diğer önemli nokta; YDD analizi ile karbon-su ve enerji ayak izi hesaplanan gıda atığı verisinin, toplam atık gıda miktarının önemli bir kısmını (%60'ını) temsil etmekte olup yenilebilir/tüketilebilir durumdaki gıda olduğunun ortaya çıkarılmasıdır. Söz konusu gıda atığının oluşum nedenleri irdelenmeli, eğer taşımacılık ve depolama gibi altyapısal sorunlar varsa giderilerek, estetik açıdan mükemmel olmayan gıda ürünlerinden kaynaklı bir durumsa; bu ürünler için indirimli ürün satışı gibi alternatif yollar tercih edilerek, üretim fazlası ürün kaynaklı bir problemse; arz-talep dengesi gözetilerek gıda atığı oluşumu önlenebilir. Bunun yanında bazı gelişmiş ülkelerde olduğu gibi gıda israfını azaltmak için anaokulundan itibaren eğitim kampanyaları yürütülebilir, örneğin estetik açıdan kusurlu kabul edilen gıda ürünleri; kabul görecek şekilde yeniden tanımlanabilir ve böylece adım adım gıda endüstrilerindeki yapısal değişikliklere katkı sunmak amaçlanabilir (IPCC, 2019; Heller 2019; UNCCD 2017). Bu bakış açısıyla sürdürülebilir bir gıda endüstrisi inşa etmek, gıda üretim-dağıtım-bertaraf sistemlerinin doğal kaynaklar üzerinde oluşturduğu çevresel yükü azaltmanın yanı sıra, toplumdaki öngörülebilen ve öngörülemeyen sosyo-ekonomik dengeleri gözetmek için de hedeflenmelidir. Gıda atığı yalnızca bir çevre problemi değil aynı zamanda bir etik ve yönetişim sorunu olarak toplumun her kesimini kapsayacak şekilde ele alınmalıdır. Gıda arz zincirinde meydana gelen kayıpların ekonomik olarak tüketici fiyatlarına yansımakta olduğu, bunun da özellikle düşük gelirli nüfusun gıdaya erişimini kısıtlayarak ulusal gıda güvencesi kapasitesini tehdit altına aldığı bilinmektedir. IPCC'nin son raporunda da belirtildiği gibi gıda atığını azaltmak hem gıda güvencesi hem de iklim değişikliği ile mücadele açısından değerlendirilmesi gereken bir konudur (IPCC, 2019).

5.2. SÜPERMARKETLERDEN KAYNAKLANAN GIDA ATIĞININ ÇEVRESEL ETKİ ANALİZİ SONUÇLARININ İNCELENMESİ VE ATIK YÖNETİMİ İÇİN ÖNERİLER

Gıda atıklarının çevresel etkilerinin ölçümü için, kaynak kullanımı, iklim etkisi, toksik etkiler veya biyolojik çeşitlilik gibi çeşitli göstergeler etki kategorileri olarak değerlendirilebilir. Bu çalışmada yalnızca kaynak kullanımı ve iklim etkisi ele alınmıştır. YDD analizi aracılığıyla 528,8 ton *yenilebilir* gıda atığı verisi üzerinden 48 farklı gıda ürünü için yaşam döngüsü

aşamaları boyunca neden oldukları toplam karbon-su ve enerji ayak izleri hesaplanmış, 881,3 ton toplam gıda atığı verisi üzerinden ise optimum atık yönetimini belirlemek için atık yönetim senaryoları modellenmiştir. 528,8 ton gıda atığı verisi üzerinden gerçekleştirilen YDD analizi ile atık gıdanın beşikten perakende satışa kadar olan yaşam döngüsü boyunca 340 ton CO_2e karbon ayak izi, 209,5*10^3 m^3 su ayak izi ve 178,5*10^4 MJ enerji ayak izi hesaplanmıştır. 24.01.2017– 03.08.2018 tarihleri için elde edilen sonuçların yıllık bazda 226,6 ton CO_2e/yıl karbon ayak izi, 139,7*10^3 m^3/yıl su ayak izi, 119*10^4 MJ/yıl enerji ayak izine karşılık geldiği söylenebilir.

İstanbul'da katı atık depolamadan kaynaklı karbon ayak izinin 1.863.697,4 ton CO_2e/yıl olduğu dikkate alınırsa (İSTAÇ, 2018a), çalışma kapsamında meydana gelen gıda atığının neden olduğu 226,6 ton CO_2e/yıl emisyon, bu miktarın yıllık %0,001'ine karşılık gelmektedir. İstanbul'un sera gazı envanterine göre konutlarda kalorifer yakıtının neden olduğu karbon ayak izi 20.753 ton CO_2'dir (İSTAÇ, 2018b). Çalışmanın sonuçları, incelenen süre boyunca süpermarket gıda atıklarının neden olduğu sera gazı emisyonunun, konutlarda kullanılan kalorifer yakıtından kaynaklı karbon ayak izinin %1,6'sına karşılık geldiğini göstermiştir. Küresel emisyonların %0,99'undan sorumlu olan Türkiye (Climatewatchdata, 2020), iklim değişikliği konusunda 2030 yılına kadar sera gazı salımlarını %21 oranında azaltarak küresel ölçekte 2°C hedefine ulaşmak için düşük karbonlu kalkınma yolunda BMİDÇS'ye ulusal katkı niyeti (INDC) beyanında bulunmuştur (UNFCCC, 2015). Bu çalışma, gıda atıklarının yaşam döngüsü boyunca üretimden bertarafa biriktirdiği karbon ayak izini hesaplayarak, gıda atığı probleminin iklim değişikliğine etkisini araştırmış ve sera gazı azaltım hedefleri için gıda atığı ile mücadelenin önemini açığa çıkarmıştır.

Türkiye'de içme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı 4.045.486*10^3 m^3/yıl olarak TUİK tarafından raporlanmıştır (TUİK, 2018). Buna göre çalışma kapsamında meydana gelen gıda atığının neden olduğu 139,7*10^3 m^3/yıl su, Türkiye'nin bir yıllık su ihtiyacının %0,003'üne karşılık gelmektedir. Başka bir deyimle Türkiye için ortalama kişi başı su tüketim miktarının 4,5 m^3 olduğu göz önüne alınırsa (WFN, 2019), incelenen süre boyunca gıda atıklarının neden olduğu 209,5*10^3 m^3 su ayak izi, 46.509 kişinin su ihtiyacının israfı anlamına gelmektedir. Ülkeleri kişi başına düşen su potansiyeli açısından sınıflandıran Falkenmark endeksine göre Türkiye; kişi başına düşen yıllık 1.000- 1.700 m^3/kişi/yıl potansiyeliyle "su stresi" olan ülkeler sınıfındadır. Aynı endeks dikkate alındığında, ülkedeki kişi başı su 1.000

metreküpün altına düşerse, Türkiye su kıtlığı çeken ülkeler sınıfında olacaktır. Hakyemez (2019)'in Falkenmark göstergesini dikkate alarak gerçekleştirdiği çalışmasına göre 2023 yılında 87 milyon nüfusa sahip olması beklenen Türkiye'nin, 2023 yılındaki su potansiyeli 1.289 m^3/kişi seviyesine düşecektir (Hakyemez, 2019). Bu veriler ışığında, yaygın kanaatlerin aksine Türkiye su zengini bir ülke değildir ve kişi başına düşen su miktarı dünya ortalamasının altındadır. Bu çalışmada elde edilen veriler, çöpe giden gıdaların aynı zamanda açıkça su israfına neden olduğu göstermiştir. İklim değişikliği yağış rejimlerini, buharlaşmayı ve dolayısıyla hidrolojik döngüyü etkileyeceğinden gelecek yıllar adına su kaynakları yönetimine dair bir belirsizlik söz konusu olsa da tarımın nüfus artışına bağlı olarak yine en çok su tüketen sektör olacağı açıktır. Bu araştırma gıda atıklarının su ayak izini hesaplayarak, gıda atıkları yüzünden tarımsal sulamada boşa giden su miktarını ortaya çıkarmıştır.

Türkiye'nin Ocak, 2020 için ithal ettiği elektrik 126,8 GWh'dir (TEİAŞ, 2020). Bu çalışma için incelenen süre boyunca gıda atıklarının neden olduğu $178{,}5*10^4$ MJ enerji ayak izi, Ocak ayı için ithal edilen enerjinin %0,4'üne karşılık gelmektedir. Türkiye'nin kişi başı enerji tüketimi 2015 yılı verilerine göre 19,269 kWh/yıl olarak bildirilmiştir (Ourworldindata, 2020). Buna göre çalışma kapsamında meydana gelen gıda atığının neden olduğu $119*10^4$ MJ/yıl enerji ayak izi, 25.757 kişinin yıllık enerji ihtiyacının israfı anlamına gelmektedir. Ekonomik büyüme, nüfus artışı, kentleşme gibi faktörler Türkiye için artış gösteren bir enerji talebine yol açmaktadır. Artan enerji talebine bağlı olarak enerjide ithalat bağımlılığı artmaktadır. Bu çalışmada gıda atığının üretimden atık bertarafına dek yaşam döngüsü boyunca biriktirdiği enerji ayak izi etkisi araştırılmış, elde edilen veriler gıda atığının aynı zamanda enerji israfı ve kaynak kaybı anlamına geldiğini göstermiştir.

Gıda atıklarının YDD analizi, farklı gıda ürünlerinin iklim etkisi ve gıda-arz zincirinin çevresel yükü öncelikli alanlarını belirme noktasında bilgi sağlamıştır. Buna göre üretim-dağıtım ve perakende satış gibi yaşam döngüsü aşamalarınca biriktirdiği karbon ayak izi hesaplanan 48 farklı gıda ürününün; atık fraksiyonlarının yanı sıra her bir ürünün tarımsal üretime bağlı spesifik girdilerden kaynaklı GHG emisyonlarıyla ilişkili olarak iklim üzerindeki etkisi görülmüştür. Genel olarak denilebilir ki literatürün de desteklediği gibi sebze ve meyve ürünlerinin tarımsal üretimden kaynaklı çevresel etkisi her bir ürüne özgü olmak kaydıyla yaklaşık değerler göstermektedir. Gıda atığının yaşam döngüsü aşamalarına göre karbon ayak izi sonuçları için Tablo 4.3'teki veriler dikkate alındığında, toplam GHG emisyonlarına dayalı

karbon ayak izinin %7'sinin taşımacılıktan, %1'inin ise depolamadan kaynaklı olduğu görülmüştür. Tarımsal üretimden kaynaklı karbon ayak izi %43 ve atık bertarafı ise %49 ile toplam GHG emisyonlarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Literatür incelemesinde de ifade edildiği gibi çok istisnai durumlar hariç (taşımacılık için hava yolunun tercih edilmesi gibi) tarımsal üretim fazı'nın karbon ayak izi, taşımacılık ve depolama gibi yaşam döngüsü aşamalarına nispeten, gıda atığının yaşam döngüsünde küresel ısınma etkisi daha yüksek olan bir faz'dır. Bu çalışma için de tarımsal üretimden kaynaklı iklim etkisi atık bertarafı hariç diğer fazlara göre iklim etkisi daha yüksek bir fazdır. Ayrıca bu çalışma için atık bertarafından kaynaklı karbon ayak izi tarımsal üretime nispeten bir miktar daha yüksek çıkmıştır. Bunun bir nedeni bölüm 4.2.4. Envanter analizi'nde de sunulduğu gibi karbon ayak izi etkisi çok yüksek olan çiftlik içi CH_4 emisyonunun, atık verisinde hayvansal kökenli gıdalar bulunmadığından, olmayışıdır. Literatüre göre hayvansal kökenli gıda atıkları olması durumunda tarımsal üretimden kaynaklı karbon ayak izi genel olarak daha yüksek değerlerde çıkmaktadır. Bir diğer nedeni ise süpermarket gıda atıklarının bertarafı için modelleme yaparken Türkiye'deki pratiklere uygun olarak depolama tesislerinin tercih edilmesidir. Bu da atık bertarafından kaynaklı sera gazı emisyonunun tarımsal üretim fazına nispeten bir miktar daha yüksek çıkmasına neden olmuştur. Tüm bunlar gıda atığı ile ilgili sera gazı emisyonlarını azaltma hedefleri ile ilgili olarak ilk etapta tarımsal üretim ve atık bertarafının hedef alınması gerektiğini göstermektedir. Bunun için çiftlik içi girdilerde minimum enerji ve yakıt tüketimini önceleyen çeşitli iyi tarım uygulamaları tercih edilerek tarımsal üretimin karbon ayak izi düşürülmelidir. Gıda atığı yönetimine ilişkin bölüm *2.2.4. Gıda Atığı Yönetiminde 'Gıda Atığı Piramidi' Modeli*'ne uygun spesifik yönetim planlamaları geliştirilmelidir. Bununla birlikte gıda atığından tamamen kaçınmak mümkün değildir. Önlenemeyen gıda atıkları için deponiler son tercih olacak şekilde diğer atık bertaraf sistemleri değerlendirilmelidir. Bu amaçla Bölüm 4.3. Süpermarket Gıda Atıkları İçin Alternatif Atık Yönetimi Senaryoları'nda 881,3 ton toplam gıda atığı verisi üzerinden gıda atıkları için optimum atık bertarafı modeli araştırılmıştır. Modellenen senaryolardan elde edilen bulgular göstermiştir ki gıda atıklarının yaşam döngüsü boyunca karbon ve enerji ayak izleri karşılaştırıldığında en avantajlı model anaerobik çürütme (Biyogaz) modelidir. Bu modele göre incelenen süre için oluşan gıda atıklarının atık bertarafı sonunda hem karbon ayak izinin negatif değer göstermesi ile sera gazı emisyonlarının azaltılabileceği görülmüş, hem de $267{,}9*10^4$ MJ enerji kazanımı gerçekleşmiştir. Söz konusu kazanım Türkiye'nin Ocak 2020'de ithal ettiği enerjinin %0,6'sına karşılık gelmektedir (TEİAŞ, 2020).

Türkiye, 2002'den bu yana dünyada elektrik ve doğal gaz talep artış oranı Çin'den sonra en yüksek ikinci ülkedir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018). Bu nedenle, Türkiye'nin enerji politikası yerli ve yenilenebilir enerji potansiyelini gerçekleştirerek ithalata bağımlılığı azaltmayı hedeflemektedir. Gıda atıklarından elde edilen biyogaz enerjisinin kullanımı, sera gazı emisyonuna neden olan fosil yakıt kaynaklı bir enerjinin yerini alarak sürdürülebilir bir enerji politikası için alternatif bir enerji kaynağı olabilir. Ayrıca elde edilen biyogaz enerjisi, gıda atıklarının meydana geldiği süpermarketin işletilmesinde, örneğin gıda ürünlerinin soğutma-saklama operasyonları için, kullanılabilir. Böylece gıda atıklarından elde edilen biyogaz enerjisi yine sera gazı emisyonuna neden olan bir enerji tüketiminin yerine alternatif olacaktır. Burada tartışılması gereken bir nokta gıda atığından enerji eldesinin gıda atığı önleme politikaları tutarlı bir çerçeve sunmuyor gibi gözükmesi olabilir. Unutulmamalıdır ki atık hale gelen her gıdanın kaynakların sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir; en avantajlı senaryo olan biyogaz modelinde dahi iklim etkisi azaltılmış, enerji kazanımı sağlanmış, ancak gıda atığının üretimi için tarımsal sulamada tüketilen su geri gelmemiştir. Ayrıca yenmeden çöpe gidecek olan gıda ürünleri için boşa ekilen arazinin neden olduğu negatif iklim etkisi ve biyogaz enerjisi ile tasarruf edilen negatif değerdeki karbon ayak izinin bu açığı kapatıp kapatmayacağı ayrı bir araştırmanın konusudur. Bu sebeple "ne kadar fazla atık gıda, o kadar fazla enerji" şeklinde bir denklem doğru olmayacaktır. Bölüm *2.2.4.'*de Gıda atık Hiyerarşileri ile ilgili ifade edildiği gibi *a*tık hiyerarşisine göre her bir sonraki alt adım daha fazla kaynak kaybı ve aynı zamanda daha fazla ekonomik kayıp anlamına gelmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir bir atık yönetiminde; gıdanın amaçlanan kullanım dışında başka bir uygulamaya tabii tutulması her zaman için çevresel açıdan daha az tercih edilmesi gereken bir durumdur. Bu sebeple gıda atıklarıyla ilgili izlenmesi gereken öncelikli yönetim stratejisi; gıda atığının oluşma nedenlerini tespit ederek bunları minimize etmek ve mümkün olduğunca ortadan kaldırarak gıda atığı oluşumunu önlemek olmalıdır.

Gerek "Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri" (SDG) kapsamında "2030 yılına kadar, kişi başına düşen küresel gıda atığını perakende ve tüketici seviyelerinde yarıya indirme ve arz zinciri boyunca oluşan gıda kayıplarını azaltma" hedefi (UNEP, 2015), gerek depolama tesislerine gönderilen biyobozunur atıkları azaltma hedefi (Resmi Gazete, 2010) gıda atıkları için gıda atık hiyerarşisine uygun etkin ve ulusal ölçekli bir gıda atığı yönetimi planlaması gerektirmektedir. Bu çalışma gıda atığı problemini neden olduğu çevresel etkilerle tanımlayarak gıda atığı yönetimi için optimum çözüm önerileri sunmaya çalışmıştır. Araştırmanın yaşam döngüsü

değerlendirmesi gibi bir metrikle gıda atığının çevresel etkilerini hesaplayarak gıda atığı konusundaki farkındalığı artırmış olduğu söylenebilir. Araştırma sonunda gıda arz zinciri boyunca atık gıda problemine kaynaklık eden yoğun noktalardan biri olarak süpermarketlerin potansiyelinin ortaya çıkarılması dikkat çekmiştir.

Gelecek çalışmalar farklı gıda gruplarını içerecek şekilde ve gıda arz zincirinin örneğin hasat ve tarımsal üretim gibi farklı bölümlerinde oluşan gıda atıklarını konu alabilir ve tedarik zinciri boyunca farklı alanlar için gıda atıklarından kaynaklı oluşan çevresel yük karşılaştırmaları yapılabilir.

KAYNAKLAR

Akarçay-Öğüz, A., Akarçay, Ç., 2015, Türkiyede Uygulanan Gıda Bankacılığı Sisteminin İşleyişi ve Vergisel Avantajlarının Diğer Ülkelerle Karşılaştırılması. Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi. 11(44),1-16. ISSN 1300-0845. doi:10.14783/od.v11i44.5000080001.

Beretta C., Stoessel F., Baier U., Hellweg S., 2013, Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. Waste Management 33, 764–773.

Bernstad Saraiva Schott, A., Andersson, T., 2015, Food waste minimization from a life-cycle perspective. J. Environ. Manage. 147, 219–226. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.048.

Beyond,İstanbul, 2019, Türkiye'nin Süpermarket Coğrafyası, https://beyond.istanbul/t%C3%BCrkiyenin-s%C3%BCpermarket-co%C4%9Frafyas%C4%B1-be94d3ce8fd8, [Son erişim tarihi: 29.08.2019].

Boldrin, A., Andersen, J.K., Møller, J., Christensen, T.H., 2009, Composting and compost utilization: accounting of greenhouse gases and global warming contributions. Waste Manage. Res. 27, 800e812.

Brancoli, P., Rousta, K., Bolton, K., 2017, Life cycle assessment of supermarket food waste. Resour. Conserv. Recycl. 118, 39–46. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.11.024

Buzby, J.C., Hyman, J. 2012, Total and per capita value of food loss in the United States. Food Policy, 37, 561-570.

Buzby, J.C., Wells, H.F., Hyman, J., 2014, The estimated amount, value, and calories of postharvest food losses at the retail and consumer levels in the United States, EIB-121, U.S. Department of agriculture, economic research service. SSRN Electron. J doi:10.2139/ssrn.2501659.

Caraher, M., 2017, Why giving surplus food to charities is not a solution to food poverty. TheConversation (2017). http://theconversation.com/why-giving-surplus-food-to-charities-is-not-a-solution-to-food-poverty-72210, [Son erişim tarihi: 11.04.2019].

Caraher, M., Furey, S., 2017, Is it appropriate to use surplus food to feed people in hunger? Short-term Band-Aid to more deep rooted problems of poverty. Food Research Collaboration Policy Brief. ISBN 978-1-903957-21-9.

Carlsson-Kanyama, A., ve A.D. González, 2009, Potential Contributions of Food Consumption Patterns to Climate Change. The American Journal of Clinical Nutrition 89, pp. 1704–1709. doi:: 10.3945/ajcn.2009.26736AA.

CE Delft, 2015, Food Commodity Footprints, Global GHG footprints and water scarcity footprints in agriculture. Publication code: 15.2E29.21, www.cedelft.eu

CleanMetrics, 2011, FoodCarbonScope™ Product Technical Brief. CleanMetrics Corp. FoodCarbonScope™, http://www.cleanmetrics.com/html/foodcarbonscope.htm., [Son erişim tarihi: 27.11.2018].

Climatewatch Data, 2019, Sektörlere göre GHG emisyonları, https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?breakBy=sector&chartType=percentage&sectors=618%2C621%2C616%2C617%2C620%2C619, [Son erişim tarihi: 10.09.2019].

Colbert, E., Schein, A., Douglas, D. & O'Sullivan, C., 2017, Causes of food waste in international supply chains. FeedBack,The Rockefeller Foundation, https://feedbackglobal.org/wp-content/uploads/2017/05/Causes-of-food-waste-in-international-supply-chains_Feedback.pdf, [Son erişim tarihi: 13.08.2019].

COMCEC (Standing Committee for Economic and Commercial Cooperation of the Organization of Islamic Cooperation), 2017, Reducing Food Waste in the OIC Countries. COMCEC Coordination Office, Ocak, 2017.

Čuček, L., Klemes, J.J. & Kravanja, Z., 2012, A review of Footprint analysis tools for monitoring impacts on sustainability. Journal of Cleaner Production 34, 9-20. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.02.036.

Cuellar, A.D., Webber, M.E., 2010, Wasted food, wasted energy: the embedded energy in food waste in the United States. Environ. Sci. Technol. 44, 6464–6469. doi:10.1021/es100310d.

Curran, M. A., 1996, Environmental Life-Cycle Assessment, McGraw – Hill, USA. ISBN 0-07-015063-X.

Defra, 2011, Government Review of Waste Policy in England 2011. London.

Dobbs, R., Oppenheim, J., Thompson, F., Brinkman, M., Zornes, M., 2011, Resource Revolution: Meeting the World's Energy, Materials, Food and Water Needs. McKinsey Glob. Inst.

EC (European Communities), 2001, Waste Management Options and Climate Change. Final report to the European Commission, DG Environment. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. ISBN 92-894-1733-1.

EC (European Commission), 2006, Environmental Impact of Products (EIPRO): Analysis of the Life Cycle Environmental Impacts Related to the Total Final Consumption of the EU 25 (2006). European Commission Technical Report EUR 22284 EN.

EC (European Commission), 2007, Carbon Footprint - what it is and how to measure it. European Platform on LCA Newsletter. European Platform on LCA, Joint Research Centre, Ispra, Italy.

EC ((European Commission), 2008, Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. Official Journal of the European Communities, Brussels.

EC (European Commission), 2018, Commissions staff working paper, Turkey 2018 Report. https://ec.europa.eu/neighbourhood-enlargement/sites/near/files/20180417-turkey-report.pdf201816 December 2018, [Son erişim tarihi: 01.07.2019].

EPA, 2012, Putting Surplus Food To Good Use. Washington DC.

Eriksson, M., 2015, Supermarket food waste: Prevention and management with the focus on reduced waste for reduced carbon footprint. Doctoral Thesis Swedish University. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2502.3447.

EUFIC (European Food Information Resource Network), 2019, https://www.eufic.org/tr/food-production/article/food-production-3-3-a-sustainable-food-supply, [Son erişim tarihi: 01.01.2020].

FAO, 1981, Food loss prevention in perishable crops, FAO Agricultural Service Bulletin, no. 43.

FAO, 2013, Food Wastage Footprint—Technical Report; FAO: Rome, Italy.

FAO, 2014, Food Wastage Footprint: Full-Cost Accounting, Final Report, ISBN:978-92-5-108512-7.

FAO, 2015, Opportunities for Agri-Food Chains to Become Energy-Smart. FAO and USAID, ISBN: 978-92-5-108959-0.

FAO, 2019, Emissions by sector (CO_2 equivalent), World + (Total), Average 1990 – 2017, http://www.fao.org/faostat/en/#data/GT/visualize, [Son erişim tarihi: 03.04.2020].

FAO, 2018, World Food And Agriculture – Statistical Pocketbook 2018. Rome. 254 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

FAO, 2019, Technical Platform on the Measurement and Reduction of Food Loss and Waste. http://www.fao.org/platform-food-loss-waste/food-waste/food-waste-measurement/en/, [Son erişim tarihi: 04.05.2020].

Finkbeiner, M., 2009, Carbon footprinting – opportunities and threats. International Journal of LCA 14, 91-94, doi:10.1007/s11367-009-0064-x.

FLW Protocol (Food Loss and Waste Protocol), 2016, https://flwprotocol.org/flw-standard/, [Son erişim tarihi: 10.06.2017].

FUSIONS, 2015, Review of Current EU Member States Legislation and Policies Addressing Food Waste, Country Report: Turkey. WP3 – T3.1.1a, Del-3.1, Status: Draft – Country Report.

FUSIONS, 2016, Food waste in Denmark reduced by 25% and 4,4 billion DKK, http://www.eu-fusions.org/index.php/14-news/238-food-waste-in-denmark-reduced-by-25-and-4-4-billion-dkk, [Son erişim tarihi: 21.08.2019].

Galli, A., Wiedmann, T., Ercin, E., Knoblauch, D., Ewing, B., Giljum, S., 2012, Integrating Ecological, Carbon and Water footprint into a "Footprint Family" of indicators: definition and role in tracking human pressure on the planet, Ecol. Indicat. 16, 100–112. doi:10.1016/j.ecolind.2011.06.017.

Garnett, T., 2008, Cooking Up a Storm: Food, Greenhouse Gas Emissions and Our Changing Climate, Surrey, UK: Food Climate Research Network, Center for Environmental Strategy, http://www.fcrn.org.uk/sites/default/files/CuaS_web.pdf, [Son erişim tarihi: 01.07.2019].

Garnett, T., 2014, Three perspectives on sustainable food security: efficiency, demand restraint, food system transformation. What role for life cycle assessment? J. Clean. Prod., doi:10.1016/j.jclepro.2013.07.045.

G20 Agriculture Ministers MeetingFinal communique. Istanbul, 2015, Turkiye, http://www.g20.utoronto.ca/2015/150508-agriculture.pdf, [Son erişim tarihi: 21.09.2019].

Hakyemez, C., 2019, SU: Yeni Elmas. TSKB (Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş.), 2019, İstanbul.

Heller, M., 2019, Waste Not, Want Not: Reducing Food Loss and Waste in North America Through Life Cycle-Based Approaches, One planet. United Nations Environment Programme (United Nations/intergovernmental organizations), Washington, DC, USA, 83 pp.

Hirai, Y., Murata, M., Sakai, S., Takatsuki, H., 2000, Life cycle assessment for food waste recycling and management., In Proceedings from the 4th International Conference on EcoBalance, October 31steNov 2nd, 2000, Tsukuba, Japan.

Hoekstra, A.Y., 2003, Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade , Value of Water Research Report Series, No.12, UNESCO-IHE.

Hoekstra, A.Y., 2008, The Water Footprint of Food, http://waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra-2008-WaterfootprintFood.pdf200821, [Son erişim tarihi: 21.04.2019].

Hoekstra, A.Y., Mekonnen, M.M., 2012, The water footprint of humanity, Proc. Natl. Acad. Sci. 109, 3232–3237. doi:10.1073/pnas.1109936109.

ICID (The International Commission on Irrigation and Drainage), 2017., Annual Report 2017-18. New Delhi. https://www.icid.org/ar_2017.pdf., [Son erişim tarihi: 11.06.2019].

IFPR (International Food Policy Research Institute), 2015, Technical Platform on the measurement and reduction of food loss and waste,

http://www.ifpri.org/publication/technical-platform-measurement-and-reduction-food-loss-and-waste, [Son erişim tarihi: 21.09.2019].

IME (Institution of Mechanical Engineers), 2013, Global Food: Waste Not, Want Not report. Institution of Mechanical Engineers, London, https://www.imeche.org/docs/default-source/default-document-library/global-food---waste-not-want-not.pdf?sfvrsn=0, [Son erişim tarihi: 12.01.2020].

INFOODS (International Network of Food Data Systems), 2019, http://www.fao.org/infoods/infoods/tables-and-databases/en/, [Son erişim tarihi: 12.12.2020].

IPCC, 2006, IPCC Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories, Overview of the AFOLU Sector, page 19, https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/support/Primer_2006GLs.pdf, [Son erişim tarihi: 21.08.2019].

IPCC, 2007, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis. TS.2.5 Net Global Radiative Forcing, Global Warming Potentials and Patterns of Forcing.

IPCC, 2013, Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1535.

IPCC, 2014, Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, 2019, Mbow, C., C. Rosenzweig, L.G. Barioni, T.G. Benton, M. Herrero, M. Krishnapillai, E. Liwenga, P. Pradhan, M.G. Rivera-Ferre, T. Sapkota, F.N. Tubiello, Y. Xu, 2019: Food Security. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. In press.

ISO, 2006a, Environmental management - Life Cycle Assessment: Principles and Framework, ISO 14040:2006, International Organization for Standardization Geneva, Switzerland.

ISO, 2006b, Environmental management- Life Cycle Assessment: Requirements and Guidelines, ISO 14044:2006, International Organization for Standardization Geneva, Switzerland.

İSTAÇ, 2018a, İstanbul İklim Değişikliği Eylem Planı Final Raporu 2018. https://www.iklim.istanbul/wp-content/uploads/Final_Raporu.pdf, [Son erişim tarihi: 15.02.2020].

İSTAÇ, 2018b, İstanbul İklim Değişikliği Eylem Planı Sera Gazı Envanteri, https://www.iklim.istanbul/wp-content/uploads/seragazievanteri.pdf, [Son erişim tarihi: 15.02.2020].

Jensen, J.K., 2012, Product carbon footprint developments and gaps, Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag. https://doi.org/10.1108/09600031211231326.

Katajajuuri, J-M., Silvennoinen, K., Hartikainen, H., Heikkilä, L., Reinikainen, A., 2014, Food waste in the Finnish food chain, Journal of Cleaner Production, 73, 322-329.

Kummu, M., de Moel, H., Porkka, M., Siebert, S., Varis, O., Ward, P.J., 2012, Lost food, wasted resources: global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertiliser use., Sci. Total Environ. 438, 477–489. doi:10.1016/j.scitotenv.2012.08.092.

Landbrug & Fødevarer, 2015, Landbrug & Fødevarer - Danish Agriculture and Food Council (DAFC).

Lipinski, B., Hanson, C., Lomax, J., Kitinoja, L., Waite, R., Searchinger, T., 2013, Reducing Food Loss and Waste, World Resources Institute, Working Paper, Installment 2 of Creating a Sustainable Food Future. World Resources Institute, Washington, DC.

Liu, C., Hotta, Y., Santo, A., Hengesbaugh, M., Watabe, A., Totoki, Y., Allen, D., Bengtsson, M., 2016, Food waste in Japan: trends, current practices and key challenges. J. Clean.Prod. doi:10.1016/j.jclepro.2016.06.026.

Miljøstyrelsen (Danimarka Çevre Koruma Ajansı), 2014, Kortlægning af madaffald i servicesektoren, Undgå affald stop spild nr. 05, Miljøstyrelsen, Copenhagen.

Møller, J., Boldrin, A., Christensen, T.H., 2009, Anaerobic digestion and digestate use: Accounting of greenhouse gases and global warming contribution, Waste Manag. Res. https://doi.org/10.1177/0734242X09344876.

OECD, 2014, Food Waste Along the Food Chain. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, No. 71, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/5jxrcmftzj36-en.

OECD, 2016, Innovation, Agricultural Productivity and Sustainability in Turkey, OECD Food and Agricultural Reviews, Paris, France. doi:10.1787/9789264261198-en.

Oral, Z., 2015, Dünya'da ve Türkiye'de gıda israfı ve önlenmesine yönelik uygulamalar, AB Tezi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.

Ostergren, K., Gustavsson, J., Bos-Brouwers, H., Timmermans, T., Hansen, O.-J., Moller, H., Anderson, G., O'Connor, C., Soethoudt, H., Quested, T., Easteal, S., Politano, A., Bellettato, C., Canali, M., Falasconi, L., Gaiani, S., Vittuari, M., Schneider, F., Moates, G., Waldron, K., Redlingshofer, B., 2014, FUSIONS Definitional Framework for Food Waste. Full Report. 978-91-7290-331-9.

Ourworldindata, 2020. Energy, Per capita energy consumption, 2015, https://ourworldindata.org/energy, [Son erişim tarihi: 12.01.2020].

Ozcan, H.K., Guvenc, S.Y., Guvenc, L., Demir, G., 2016, Municipal solid waste characterization according to different income levels: A case study. Sustain., https://doi.org/10.3390/su8101044.

Papargyropoulou, E., Lozano, R., K. Steinberger, J., Wright, N., Ujang, Z. Bin, 2014, The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste. J. Clean. Prod., 76, 106–115. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.020.

Parfitt, J., Barthel, M., MacNaughton, S., 2010, Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050, Philos. Trans. R. Soc. Biol. Sci. 365, 3065–3081. doi:10.1098/rstb.2010.0126.

Parizeau, K., von Massow, M., Martin, R., 2015, Household-level dynamics of food waste production and related beliefs, attitudes, and behaviours in Guelph, Ontario. Waste Manag., 35, 207–217, https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.019.

Pekcan, G., Köksal, E., Küçükerdönmez, O. and Ozel, H., 2006, Household food wastage in Turkey, Rome, Italy: FAO.

Resmi Gazete, 2010, Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, Resmi Gazete Sayı: 27533.

Reynolds, C., Mirosa, M., Clothier, B., 2016, New Zealand's food waste: estimating the tonnes, value, calories and resources wasted, Agriculture 6, 9, doi:10.3390/ agriculture6010009.

Röös, E., 2013, Analysing the carbon footprint of food insights for consumer communication, Dept. Energy Technol. Swedish Univ. Agric. Sci.

Salihoglu, G., Salihoglu, N.K., Ucaroglu, S., Banar, M., 2018, Food loss and waste management in Turkey. Bioresour. Technol., 248, 88–99, https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.06.083.

SaveFood, 2019, SAVE FOOD INITIATIVE: Our mission and objectives, https://www.save-food.org/en/About/Mission, [Son erişim tarihi: 24.12.2019].

Schneider, F., 2013, Review of food waste prevention on an international level. Proc. Inst. Civ. Eng. Waste Resour. Manag., https://doi.org/10.1680/warm.13.00016.

Scholz, K., 2013, Carbon footprint of Retail Food Wastage A Case study of Six Swedish Retail Stores, Swedish University of Agricultural Sciences., ISSN: 1654-9392.

SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry), 1993, Guidelines for Life Cycle Assessment - A Code of Practice, Society of Environmental Toxicology and Chemistry, Pensacola, FL.

SEPA, 2008, Svinn I livsmedelskedjan – möjligheter till minskade mängder. Swedish Environmental Protection Agency, Bromma, Sweden. ISBN: 978-91-620-5885-2.

SEPA, 2013, Food waste volumes in Sweden, Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm.

Silva, P., Campos, M., 2013, Food waste carbon footprint, Master Thesis Aalborg University, http://projekter.aau.dk/projekter/files/198510758/Masters_Thesis.pdf, [Son erişim tarihi: 12.01.2018].

Sonesson, U., Davis, J., Ziegler, F., 2010, Food Production and Emissions of Greenhouse Gases: an overview of the climate impact of different product groups, SIK Report, ISBN 978-91-7290-291-6.

Stare, M., Johansson, M., Dunsö, O., Stenmarck, Å., Sörme, L., Jensen, C., 2013, Förbättrade matavfallsfaktorer för verksamheter, Report 117, Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, Norrköping.

Stenmarck, Å., O.J. Hanssen, K. Silvennoinen, J.-M. Katajajuuri, and M. Werge, 2011, Initiatives on Prevention of Food Waste in the Retail and Wholesale Trades, IVL Swedish Environmental Research Institute, Report no: B1988.

Stoessel, F., R. Juraske, S. Pfister, and S. Hellweg, 2012, Life Cycle Inventory and Carbon and Water FoodPrint of Fruits and Vegetables: Application to a Swiss Retailer, Environmental Science & Technology 46, no. 6, 3253–3262.

Stuart, T., 2009, Waste: uncovering the global food scandal. Londra, ISBN:978-0-0-6836-8.

Şafak Şimşek. İ, 2015, Gıda Fiyat Artışları Üzerine Bir Değerlendirme, AB Tezi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.

Tatlıdil, F.F., Dellal, I., Bayramoğlu, Z., 2013, Food Losses and Waste in Turkey - Country Report 1–48. FAO, "Food Losses and Waste in Europe and Central Asia" component of the Agrarian Structures Initiative, a regional program of FAO in Europe and Central Asia.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018, Türkiye'nin Yedinci Ulusal Bildirimi. GEF, UNDP-Türkiye, Ankara-Türkiye, https://www.undp.org/content/dam/turkey/UNDP-TR-7NC-TUR-2019.pdf, [Son erişim tarihi: 12.01.2020].

TEİAŞ, 2020, Türkiye Brüt Elektrik Üretiminin Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Aylık Dağılımı, https://www.teias.gov.tr/tr-TR/aylik-elektrik-uretim-tuketim-raporlari, [Son erişim tarihi: 12.01.2018].

Teixeira, R.F.M., 2015, Critical Appraisal of Life Cycle Impact Assessment Databases for Agri-food Materials, J. Ind. Ecol. 19, 38–50, https://doi.org/10.1111/jiec.12148.

The Guardian, 2016, French law forbids food waste by supermarkets, https://www.theguardian.com/world/2016/feb/04/french-law-forbids-food-waste-by-supermarkets, [Son erişim tarihi: 13.11.2019].

The Guardian, 2017, Danish supermarket selling expired food opens second branch, https://www.theguardian.com/environment/2016/nov/27/food-waste-denmark-buy-expired-produce-copenhagen-wefood, [Son erişim tarihi: 17.10.2019].

Thi, N.B.D., Kumar, G., Lin, C.Y. 2015, An overview of food waste management in developing countries: Current status and future perspective, Journal of Environmental Management, 157, 220-229.

T.C. Ticaret Bakanlığı, 2018, Türkiye İsraf Raporu, ISBN: 978-605-5254-31-5.

TİSVA (Türkiye İsrafı Önleme Vakfı), 2008, Sayılarla israf raporu 1998- 2019, Türkiye İsrafı Önleme Vakfı, http://www.israf.org/sayfa/Turkiye-yilda-214-milyar-liralik-gida-israf-ediyor/564, [Son erişim tarihi: 23.11.2019].

TMO (Toprak Mahsülleri Ofisi), 2013, Ekmek israfının önlenmesi kampanyası, http://www.ekmekisrafetme.com/, [Son erişim tarihi: 17.10.2019].

TMO (Toprak Mahsülleri Ofisi), 2015, Türkiye'de ekmek israfı araştırması, TMO, http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/Kampanya/ArastirmaKitabi.pdf, [Son erişim tarihi: 05.10.2019].

TUİK (Türkiye İstatistik Kurumu), 2016, Çevre istatistikleri. Belediye su istatistikleri.

Turkomp, 2013, Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı, http://www.turkomp.gov.tr/database, [Son erişim tarihi: 23.11.2019].

UK Parliament, 2011, Environment, Food and Rural Affairs, Food Waste in England, Food Waste Hierarchy, https://publications.parliament.uk/pa/cm201617/cmselect/cmenvfru/429/42905.htm

URL1: SolveFoodWaste, 2019, Solve Food Waste. http://solvefoodwaste.eu/en, [Son erişim tarihi: 23.11.2019].

USDA (United States Department of Agriculture), 2013, United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Food Composition Databases, https://fdc.nal.usda.gov/, [Son erişim tarihi: 23.11.2018].

USEPA (United States Environmental Protection Agency), 2019, https://www.epa.gov/sustainable-management-food/how-prevent-wasted-food-through-source-reduction#successstories2, [Son erişim tarihi: 23.11.2019].

UNEP (Birleşmiş Milletler Çevre Programı) 2019, Worldwide food waste, https://www.unenvironment.org/thinkeatsave/get-informed/worldwide-food-waste), [Son erişim tarihi: 23.11.2019].

UNFCCC (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi), 2015, https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Turkey/1/The_INDC_of_TURKEY_v.15.19.30.pdf, [Son erişim tarihi: 23.11.2019].

UNCCD (Nirleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi), 2017, 2017 Global Land Outlook. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany, 340 pp.

Vanham, D., Comero, S., Gawlik, B.M., Bidoglio, G., 2018, The water footprint of different diets within European sub-national geographical entities. Nat. Sustain., https://doi.org/10.1038/s41893-018-0133-x.

Verdantix, 2011, Smart innovators product LCA software report, London:Verdantix Ltd.

WFN (Water Footprint Network), 2019, Water Footprint Network, https://waterfootprint.org/en/, [Son erişim tarihi: 09.10.2019].

WRAP (The Waste and Resource Action Programme), 2009. Household Food and Drink Waste in the United Kingdom 2009, ISBN: 1-84405-430-6.

WRAP (The Waste and Resource Action Programme), 2011a, Why take action: legal/policy case, http://www.wrap.org.uk/content/why-take-action-legalpolicy-case, [Son erişim tarihi: 09.10.2019].

WRAP (The Waste and Resource Action Programme), 2011b, The water and carbon footprint of household food and drink waste in the UK A report containing quantification and analysis of the water and carbon, https://doi.org/10.4065/82.1.69.

WRAP (The Waste and Resource Action Programme), 2017, Household Food Waste in the UK, 2015. Wrap 27, https://doi.org/10.1016/j.optmat.2005.08.005.

WRAP (The Waste and Resource Action Programme), 2019, Food surplus and waste in the UK, key facts, https://wrap.org.uk/sites/files/wrap/Food_%20surplus_and_waste_in_the_UK_key_facts_Jan_2020.pdf, [Son erişim tarihi: 03.17.2020].

WRI (World Research Institute), 2014, Everything You Need to Know About Agricultural Emissions., https://www.wri.org/blog/2014/05/everything-you-need-know-about-agricultural-emissions, [Son erişim tarihi: 03.17.2020].

WRI (World Research Institute), 2019, 5 Questions About Agricultural Emissions, Answered, https://www.wri.org/blog/2019/07/5-questions-about-agricultural-emissions-answered, [Son erişim tarihi: 21.09.2018].

WWF-Türkiye (World Wide Fund for Nature), 2014a, Türkiye'nin Su Riskleri Raporu. ISBN: 978-605-86596-7-4.

WWF -Türkiye (World Wide Fund for Nature), 2014b, TÜRKİYE'NİN SU AYAK İZİ RAPORU Su, Üretim ve Uluslararası Ticaret İlişkisi, ISBN 978-605-86596-7-4

Yildirim, H., Capone, R., Karanlik, A., Bottalico, F., Debs, P., Bilali, H. EL, 2016. Food Wastage in Turkey: An Exploratory Survey on Household Food Waste. J. Food Nutr. Res. Vol. 4, 2016, Pages 483-489 4, 483–489, https://doi.org/10.12691/JFNR-4-8-1

EKLER

EK 1. Gıda Atıklarının Tarımsal Üretim Fazı için Veri Kaynakları

Gıda Atığı Grupları	Veri Kaynakları
Ananas	W. Ingwersen, ADVANCES IN LIFE CYCLE ASSESSMENT AND EMERGY EVALUATION WITH CASE STUDIES IN GOLD MINING AND PINEAPPLE PRODUCTION, Univ of Florida, 2010 (http://www.cep.ees.ufl.edu/pubs/Ingwersen_W.pdf)
Armut	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Bakla	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Bal kabağı	Penn State Univ, Agricultural Alternatives Cooperative Extension Publications (http://agalternatives.aers.psu.edu/)
Bamya	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Bezelye	University of Idaho, College of Agricultural and Life Sciences, Enterprise Budgets (http://www.cals.uidaho.edu/aers/crop_EB_09.htm)
Biber	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Brokoli	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Çilek	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Domates, Cherry	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)

Domates	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Enginar	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Elma	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Erik	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Fasülye	A. Carlsson-Kanyama and M. Faist, Energy Use in the Food Sector: A Data Survey, AFR report 291, February 2000 (http://www.infra.kth.se/fms/pdf/energyuse.pdf ; http://www.infra.kth.se/fms/pdf/energyuse_appendices.htm)
Greyfurt	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Havuç	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Ispanak	D. Pimentel & M.H. Pimentel, Food, Energy, and Society,Third Edition, CRC Press, 2008
İncir	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Kabak	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Karnabahar	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Karpuz	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)

Kayısı	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Kavun	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Kereviz	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Kiraz	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Lahana (Beyaz)	A. Carlsson-Kanyama and M. Faist, Energy Use in the Food Sector: A Data Survey, AFR report 291, February 2000 (http://www.infra.kth.se/fms/pdf/energyuse.pdf ; http://www.infra.kth.se/fms/pdf/energyuse_appendices.htm)
Lahana	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Limon	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Mandalina	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Mango	Australia, Norther Territory, Horticulture Division (http://www.nt.gov.au/d/Primary_Industry/index.cfm?header=Fruit%20-%20Mango); UC Davis (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Marul	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Mısır	D. Pimentel & M.H. Pimentel, Food, Energy, and Society,Third Edition, CRC Press, 2008
Muz	A. Carlsson-Kanyama and M. Faist, Energy Use in the Food Sector: A Data Survey, AFR report 291, February 2000

	(http://www.infra.kth.se/fms/pdf/energyuse.pdf ; http://www.infra.kth.se/fms/pdf/energyuse_appendices.htm)
Nane	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Nar	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Nektari	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Portakal	D. Pimentel, Impacts of Organic Farming on the Efficiency of Energy Use in Agriculture, 2006 (http://www.organic-center.org/science.pest.php?action=view&report_id=59)
Pancar	A. Carlsson-Kanyama and M. Faist, Energy Use in the Food Sector: A Data Survey, AFR report 291, February 2000 (http://www.infra.kth.se/fms/pdf/energyuse.pdf ; http://www.infra.kth.se/fms/pdf/energyuse_appendices.htm)
Patates	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Patlıcan	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Sarımsak	Penn State Univ, Agricultural Alternatives Cooperative Extension Publications (http://agalternatives.aers.psu.edu/)
Salatalık	Penn State Univ, Agricultural Alternatives Cooperative Extension Publications (http://agalternatives.aers.psu.edu/)
Soğan (Kırmızı)	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Soğan	University of Idaho, College of Agricultural and Life Sciences, Enterprise Budgets (http://www.cals.uidaho.edu/aers/crop_EB_09.htm)

Şeftali	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Turp	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)
Üzüm	Univ of Calif., Davis, Agricultural Cost and Return Studies (http://coststudies.ucdavis.edu/current.php)

EK 2. Gıda Atıklarının Dağıtım, Perakende ve Atık Bertarafı Fazlarındaki İşlemler için Veri Kaynakları

Yaşam Döngüsü Fazı	Yapılan İşlem	Veri Kaynakları
Dağıtım	Nakliye	Greenhouse Gas Protocol, 2005 (http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/all-tools); IPCC, 2006 (http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf)
Perakende (Süpermarketler)	Soğutuculu Depolama	Energy Star (http://www.energystar.gov/index.cfm?c=commer_refrig.pr_crit_commercial_refrigerators); International Energy Agency, 2005 (http://www.iea.org/Textbase/stats/prodresult.asp?PRODUCT=Electricity/Heat)
Atık Bertarafı	Katı Atık Depolama	IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006; EPA - Solid Waste Management and Greenhouse Gases: A Life-Cycle Assessment of Emissions and Sinks, 2006

EK 3. Atık Senaryoları İçin Atık Bertarafı Modeline Göre Veri Kaynakları

Atık Bertarafı Modelleri	Veri Kaynağı
-Katı atık depolama -Kompostlaştırma -Anaerobik Çürütme (Biyogaz)	IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006; EPA - Solid Waste Management and Greenhouse Gases: A Life-Cycle Assessment of Emissions and Sinks, 2006

EK 4. FoodCarbonScope™ Veri tabanına göre Seçili Gıda ürünlerinin 1 kg için Karbon -Su – Enerji Ayak İzleri

Seçili Gıda ürünleri	Karbon Ayak izi (kg CO2)	Su Ayak İzi (L)	Enerji Ayak İzi (MJ)
Ananas	0,08	112.19	1.14
Armut	0,34	494.26	4.71
Bal kabağı	0,36	202.30	4.22
Bakla	1,15	3545.93	10.17
Bamya	0,25	424.96	2.74
Bezelye	0,29	0.01	4.09
Biber	0,26	453.20	2.57
Brokoli	0,36	464.65	4.11
Çilek	0,27	507.51	3.57
Domates Cherry	0,07	71.09	1.15
Domates	0,23	313.75	2.86
Elma	0,23	521.13	3.59
Erik	0,22	412.86	3.13
Enginar	0,26	788.14	2.62
Fasülye	0,14	409.25	1.65
Greyfurt	0,22	417.26	2.69
Havuç	0,11	271.91	0.87
Hıyar	0,14	0.02	1.49
Ispanak	0,52	254.93	3.66
İncir	0,66	1515.47	8.83
Karpuz	0,09	181.28	0.99
Kayısı	0,23	582.64	3.13
Kavun	0,14	617.92	1.40

Kiraz	0,78	851.16	11.40
Nane	44,97	93910.80	473.34
Limon	0,09	235.46	1.26
Mandalina	0,19	236.99	2.57
Mango	0,07	393.33	1.68
Marul	0,92	485.78	11.08
Muz	0,3	236.46	2.73
Nar	0,45	1228.37	6.35
Nektarin	0,22	337.49	3.10
Patlıcan	0,51	180.34	6.61
Portakal	0,1	11.74	1.06
Kabak	0,14	0.01	1.33
Karnabahar	0,31	1074.67	2.99
Kereviz	0,12	98.36	1.45
Lahana (beyaz)	0,1	109.13	0.97
Lahana	0,12	407.83	1.19
Mısır	0,33	105.49	2.40
Pancar	0,09	122.77	0.70
Patates	0,43	262.69	5.65
Soğan (kırmızı)	0,27	348.56	3.07
Soğan	0,29	127.04	3.63
Sarımsak	0,95	0.34	5.84
Şeftali	0,22	337.48	3.06
Turp	0,16	95.63	1.47
Üzüm	0,2	450.60	3.18

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Belkıs ÇAKAR
Doğum Yeri	Marktredwitz-Almanya
Doğum Tarihi	01.07.1987
Uyruğu	☑ T.C. ❒ Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	belkis.cakar@ögr.iu.edu.tr
Web Adresi	

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Çevre Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2011

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Çevre Mühendisliği

Makale ve Bildiriler
Cakar, B., 2018, Environmental Impacts of Food Wastage From Farm to Fork Period in Turkey, 1 st International Symposium on Graduate Research in Science Focus on Entrepreneurship and Innovation (ISGRS 2018), October 4-6, 2018, İstanbul. Cakar, B., Aydin, S., Varank, G., Ozcan, H.K., 2020, Assessment of environmental impact of FOOD waste in Turkey, Journal of Cleaner Production, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118846.