



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Salih AKA

GIDA SEKTÖRÜNDE BULANIK PARAMETRELİ
ÜRETİM MODELLEMESİ

İşletme Ana Bilim Dalı
Doktora Tezi

Antalya, 2019



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Salih AKA

GIDA SEKTÖRÜNDE BULANIK PARAMETRELİ
ÜRETİM MODELLEMESİ

Danışman

Prof. Dr. Gökhan AKYÜZ

İşletme Ana Bilim Dalı

Doktora Tezi

Antalya, 2019

Akdeniz Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Salih AKA' nın bu çalışması, jürimiz tarafından İşletme Ana Bilim Dalı Doktora Programı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. M. Koray ÇETİN

Üye (Danışmanı) : Prof. Dr. Gökhan AKYÜZ

Üye : Doç. Dr. Ömür TOSUN

Üye : Doç. Dr. Selahattin YAVUZ

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Gazi Bilal YILDIZ

Tez Başlığı: Gıda Sektöründe Bulanık Parametrelî Üretim Modellemesi

Onay: Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Tez Savunma Tarihi: 25/11/2019

Mezuniyet Tarihi : .../.../20...

(İmza)
Prof. Dr. İhsan BULUT
Müdür

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum “Gıda Sektöründe Bulanık Parametrelili Üretim Modellemesi” adlı bu çalışmanın, akademik kural ve etik değerlere uygun bir biçimde tarafımda yazıldığını, yararlandığım bütün eserlerin kaynakçada gösterildiğini ve çalışma içerisinde bu eserlere atıf yapıldığını belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

İmza

Salih AKA



T.C.



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
Adı-Soyadı	Salih Aka
Öğrenci Numarası	20155213001
Enstitü Ana Bilim Dalı	İşletme Ana Bilim Dalı
Programı	İşletme
Programın Türü	() Tezli Yüksek Lisans (X) Doktora
Danışmanının Unvanı, Adı-Soyadı	Prof. Dr. Gökhan Akyüz
Tez Başlığı	Gıda Sektöründe Bulanık Parametrelili Üretim Modellemesi
Turnitin Ödev Numarası	1223540297

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmasının a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana Bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam **139** sayfalık kısmına ilişkin olarak, 29/11/2019 tarihinde tarafımdan Turnitin adlı intihal tespit programından Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nda belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan ve ekte sunulan rapora göre, tezin/dönem projesinin benzerlik oranı;

alıntılar hariç % 5

alıntılar dahil % 5 'tir.

Danışman tarafından uygun olan seçenek işaretlenmelidir:

(X) Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşmıyor ise;

Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporu'nun doğruluğunu onaylarım.

() Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşıyor, ancak tez/dönem projesi danışmanı intihal yapılmadığı kanısında ise;

Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporu'nun doğruluğunu onaylar ve Uygulama Esasları'nda öngörülen yüzdelik sınırlarının aşılmasına karşın, aşağıda belirtilen gerekçe ile intihal yapılmadığı kanısında olduğumu beyan ederim.

Gerekçe:

Benzerlik taraması yukarıda verilen ölçütlerin ışığı altında tarafımda yapılmıştır. İlgili tezin orijinallik raporunun uygun olduğunu beyan ederim.

29/11/2019

(imzası)
Prof. Dr. Gökhan AKYÜZ

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ	iii
TABLOLAR LİSTESİ	iv
KISALTMALAR LİSTESİ	v
ÖZET	vi
SUMMARY	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
GİRİŞ.....	2

BİRİNCİ BÖLÜM

GIDA TEDARİK ZİNCİRİ VE GIDA ATIK YÖNETİMİ

1.1. Gıda Tedarik Zincirleri	4
1.1.1. Gıda Tedarik Zincirleri Unsurları.....	7
1.1.2. Endüstriyel Gıda Üretimi	11
1.1.3. Gıda Toptancılığı, Perakendeciliği ve Catering Hizmeti.....	16
1.1.4. Gıda Lojistik Faaliyetleri ve Tedarik Yönetimi	17
1.1.5. Gıda Tedarik Zincirlerinde Bilgi Teknolojisi Altyapısı	21
1.1.6. Gıda Sektöründe Gelecekte Ortaya Çıkacak Gelişmeler.....	24
1.2. Gıda Atık Yönetimi	26
1.2.1. Gıda Atığı Oluşum Aşamaları ve Sebepleri	30
1.2.2. Tüketici Gıda Atık Alışkanlıkları	34
1.2.3. Gıda Güvenliği ve İzleme.....	34
1.2.4. Sürdürülebilir Gıda Atık Yönetimi.....	38

İKİNCİ BÖLÜM

GIDA TEDARİK ZİNCİRİNDE STOK- ÜRETİM-DAĞITIM MODELLERİ VE

BULANIK MANTIK UYGULAMALARI

2.1. Gıda Stok Planlama Modelleri.....	39
2.1.1. Tek Seviye Stok Modelleri	40
2.1.2. İki Seviyeli Stok Modelleri.....	44
2.1.3. Çok Tesisli Stok Modelleri.....	46
2.2. Gıda Dağıtım Planlama Modelleri	49
2.2.1. Birleşik Stok ve Dağıtım Planlama Modelleri.....	50

2.2.2. Ağ Tasarımı ile Birleştirilmiş Dağıtım Modelleri	52
2.3. Ürün Farklılaşması, Müşteri Tercihi ve Üretim Kararı Modelleri.....	54
2.3.1. Ürün Farklılaşmasını Konu Edinen Modeller	55
2.3.2. Homojen ve Heterojen Müşteri Tercihi Modelleri	57
2.4. Ürün İzleme ve Ürün Geri Çağırma Modelleri	58
2.5. Gıda Sektöründe Gelecek Gelişmelere Açık Modeller	61
2.6. Bulanık Mantık	62
2.6.1. Bulanık Kümeler ve Üyelik Fonksiyonları.....	63
2.6.2. Bulanık Kümelere Uygulanabilen İşlemler	65
2.6.3. Dilsel Değişkenler	66
2.6.4. Bulanıklaştırma-Durulaştırma	66
2.7. Gıda Sektöründe Bulanık Modeller	67
2.8. Catering Firmalarında Uygulanan Modeller	69

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

GIDA SEKTÖRÜNDE BULANIK PARAMETRELİ

ÜRETİM MODELLEMESİ

3.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi	72
3.2. Çalışmanın Kapsamı	74
3.3. Problemin Tanımlanması	78
3.3.1. Varsayımlar	80
3.4. Verilerin Toplanması	82
3.5. Modelin Kurulması	89
3.5.1. Girdi Ürün Yapısı	89
3.5.2. Temel Modelin Tanımlanması	91
3.5.3. Bulanık Dönüşüm Metodolojisi	94
3.5.4. Modeldeki İlgili Parametrelerin Bulanıklaştırılması	97
3.6. Analiz ve Bulgular	98
SONUÇ	105
KAYNAKÇA.....	109
EKLER	118
EK 1- Temel model GAMS kodları.....	118
EK 2- Bulanıklaştırılmış parametrelili model GAMS kodları	120
EK 3- Temel model (Aşama 1) ve en iyi çözümü sunan model (Aşama 2) sonucunda elde edilen karar değişkenleri sonuçları.....	122
ÖZGEÇMİŞ	125

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Gıda imalatçıları için entegre tedarik zinciri yönetimi.....	8
Şekil 1.2 Büyükbaş hayvan ithalatı	10
Şekil 1.3 Türkiye’deki belli başlı endüstriyel gıda üreticileri yerleşim noktaları	13
Şekil 1.4 Tedarik yönetiminin anahtar prensipleri	19
Şekil 1.5 Gıda atık hiyerarşisi.....	28
Şekil 1.6 Farklı bölge ve farklı süreçlerde ortaya çıkan sebze-meyve gıda kaybı ve atığı yüzdesi.....	31
Şekil 1.7 Farklı bölge ve farklı süreçlerde ortaya çıkan et gıda kaybı ve atığı yüzdesi	32
Şekil 1.8 Gıda güvenliğini etkileyen faktörler	35
Şekil 2.1 Gıda izleme faaliyetlerini etkileyen unsurlar	59
Şekil 2.2 Bulanık kümeler	64
Şekil 2.3 Genel catering işlem aşamaları.....	69
Şekil 3.1 Çalışmada izlenen faaliyet akışı	79
Şekil 3.2 Bulanık parametrelerin amaç fonksiyonuna etkisi	104

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1 Değişen müşteri alışkanlıkları ve değişimin ulaşım kanallarına etkisi	10
Tablo 1.2 Yıllar bazında kapasite kullanım oranları (Ortalama %)	11
Tablo 1.3 Gıda sektöründe satın alma ve birleşme işlemleri (2005-2010).....	15
Tablo 2.1 Gıda stok planlama modelleri ve literatürden örnekler	47
Tablo 2.2 Gıda dağıtım planlama modelleri ve literatürden örnekler	53
Tablo 2.3 Gıdada ürün farklılaşması, müşteri tercihi ve üretim karar modelleri literatür örnekleri.....	58
Tablo 3.1 Menü içindeki yemek kombinasyonları	81
Tablo. 3.2 Yemek içerik bilgisi	83
Tablo 3.3 Menülerde kullanılan malzeme miktarları ve oranları (gr)	87
Tablo 3.4 Gıda ürünü soğutucu ortamda raf ömürleri	88
Tablo 3.5 Temel model parametre değerleri	98
Tablo 3.6 Stoka dönem başında giren malzeme miktarı, kg	99
Tablo 3.7 Stok ve üretim maliyetleri	99
Tablo 3.8 Bulanık parametre değerleri	100
Tablo 3.9 Farklı senaryolar için maliyet analizi (₺)	100
Tablo 3.10 Toplam maliyet sonuç alternatifleri (₺).....	101
Tablo 3.11 Bulanık parametrelerin farklı " α " değerleri için maliyet fonksiyonları	101
Tablo 3.12 Deneysel veri seti	102
Tablo 3.13 Bulanık parametreler doğrultusunda ANOVA testi	102
Tablo 3.14 Farklılık yaratan bulanık parametre grupları.....	103

KISALTMALAR LİSTESİ

AMY	Anahtar muhasebe yönetimi
ERP	Kurumsal kaynak planlaması
FAO	Gıda ve tarım örgütü
FIFO	İlk giren ilk çıkar
F-QFD	Bulanık-kalite fonksiyonu yayılımı yöntemi
HACCP	Tehlike analizi ve kritik kontrol noktası
İOSB	İhtisas Organize Sanayi Bölgeleri
ISO	Uluslararası standartlar teşkilatı
mak	Maksimum
MICMAC	Bir sınıflandırmaya uygulanan matris tabanlı çarpma
min	Minimum
MRP	Malzeme ihtiyaç planlama
LIFO	Son giren ilk çıkar
RDBMS	İlişkisel veri tabanı yönetim sistemi
RFID	Radyo frekanslı tanımlama
SMED	Tekli dakikalarda kalıp değiştirebilmek
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti
TKYS	Toplam kalite yönetim sistemi
TTI	Zaman-sıcaklık göstergeleri
VZA	Veri zarflama analizi

ÖZET

Gıda, toplum ve bireylerin yaşamlarına doğrudan etki eden aynı zamanda ekonomik, çevresel ve toplumsal boyutları olan stratejik bir üründür. Eski çağlarda sadece beslenme aracı olarak kullanılmış olan gıda, günümüzde eğlenceden sağlığa birçok farklı işlevsellikte kullanılmaktadır. Buna bağlı olarak tüketicilerin bir yandan gıdaya olan talebi artarken, diğer yandan da gıda güvenirliliği ve kalite beklentileri de yükselmektedir. İşletmelerin yerel ve küresel düzeyde bu artan talep ve kalite beklentilerine cevap verebilmeleri için daha büyük miktarda, daha hızlı ve daha esnek üretim yapabilecekleri organizasyonlar geliştirmeleri gerekmektedir. Gıda yapısal olarak hızlı tüketime uygun ve çabuk bozulabilen bir üründür. Dolayısıyla gıda sektöründeki miktar, hız ve esneklik yönündeki asimetric büyüme sonucunda gıda atığının oluşması kaçınılmazdır. Bu durum ise işletmelere, topluma ve bireylere ekonomik ve çevresel maliyetler getirerek sürdürülebilirliği sekteye uğratmaktadır.

Gıda sektöründe yemek üretimi gerçekleştiren firmalar catering işletmeleri olarak tanımlanmaktadır. Catering işletmeleri günlük sıcak yemek üretimi, fast food, restaurant, otel ve buna benzer farklı iş kollarında yemek üretimi gerçekleştirmektedir. Geniş yelpazede talebe cevap veren catering işletmelerinin tedarik, stok, üretim ve dağıtım faaliyetleri oldukça karmaşık hale gelmektedir. Gıda ürünlerinin bozulabilir yapısı ve müşterinin servis hızı beklentileri de göz önüne alındığında catering işletmelerinin yüksek kalitede ve çevik üretim esaslarını sağlamaları gerekmektedir. Bu durum işletmelerin maliyetlerinin artmasına sebep olmaktadır. Bu çalışmada, günlük yemek üretimi yapan bir catering firmasının üretim öncesi depolama ve üretim sırasındaki faaliyetleri incelenmiş, bu faaliyetlerden doğan atık ve faaliyet maliyetlerinin minimizasyonu amaçlanmıştır. Problemin çözümü için iki aşamalı karışık tam sayılı bir model tasarlanmıştır. İlk aşamada belirlilik varsayımı altında tasarlanan modelin ikinci aşamasında bazı parametreler bulanıklaştırılmıştır. Bulanıklaştırma işlemi parametrelerin bir değer aralığı içerisinde kullanılmasına yardımcı olmaktadır. İki aşamalı olarak çalıştırılan model ile toplam maliyeti minimize edecek stok, üretim ve işgücü kararları belirlenmiş aynı zamanda gıda israfının azaltılmasına katkı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gıda stok ve üretim modeli, gıda tedarik zincirleri, gıda atığı, bulanık doğrusal programlama, bozulabilir ürün

SUMMARY

PRODUCTION MODELLING IN FOOD SECTOR WITH FUZZY PARAMETERS

Food is a strategic product that has a direct impact on the lives of society and individuals, and it has economic, environmental, and social dimensions. Food, which was used only for nutrition in ancient times, is used today for many different functions from entertainment to health. As a result, while the demand for food increases, at the same time food safety and quality expectations also increase. In order to meet these increasing demands and quality expectations at the local and global level, enterprises need to develop organizations in which they can produce larger amounts with, faster, and more flexible productions. Food is structurally suitable for fast consumption and perishable. Because of the asymmetric growth in the amount, speed, and flexibility of the food sector, the production of food waste is inevitable. Such a situation impairs sustainability by bringing economic and environmental costs to businesses, society, and individuals.

The companies that produce daily meals in the food sector are identified as catering enterprises. Catering firms produce daily hot meals, fast food, and serves to restaurants, hotels, and similar food organizations. The supply, stock, production, and distribution activities of catering companies that respond wide range of demands are becoming very complex. When the perishable nature of the food products and the service speed expectations of the customers are considered, catering firms must provide high quality and agile production principles. Thus, this fact causes the costs of firms increase. In this study, the activities of storage and production in a catering company that produce daily meals were examined and the minimization of waste and activity costs arising from these activities was aimed. A two-stage mixed integer model was designed to solve the problem. In the second stage of the model that was designed under the assumption of certainty in the first stage, some parameters were transformed fuzzy. The fuzzy process helps to use the parameters within a range of values. With the two-stage model, stock, production and labor decisions were determined to minimize the total cost, while contributing to the reduction of food waste.

Keywords: Food inventory and production model, food supply chain, food waste, fuzzy linear programming, perishable product

TEŞEKKÜR

Önerileri ile tezin ortaya çıkmasındaki katkılarından dolayı değerli hocalarım Doç. Dr. Ömür TOSUN ve Doç. Dr. Koray ÇETİN' e, çalışmam süresince her daim yanımda olan sevgili eşim Özge AKA' ya ve her zorlu aşamada artan desteği ve ilgisiyle yol gösteren kıymetli hocam Prof. Dr. Gökhan AKYÜZ' e sonsuz teşekkür ederim.

Salih AKA
Antalya, 2019



GİRİŞ

Yaşamsal faaliyetin devam ettirilmesindeki en temel gereksinim olan gıdanın, günümüzde sadece beslenmenin yanında artık çok daha farklı kullanım çeşitleri bulunmaktadır. Özellikle yiyeceğe ulaşma sıkıntısının olmadığı gelişmiş ülkelerde endüstriyel gıdalar, sadece enerji sağlayıcı ve bağışıklığı artırıcı etkisinin yanı sıra cezbedici hazırlanış ve sunumuyla eğlence kültürünün ve sosyal hayatın da bir parçası olmuştur. Bu düzenin tam tersine dünya üzerinde hala gıda yokluğu çeken birçok insan da bulunmaktadır. Her iki durumda da gıdanın üretilmesi, dağıtılması ve saklanması gibi faaliyetler için gelişmiş organizasyonlara ihtiyaç duyulmaktadır. Gıda tedarik zincirleri, bu ihtiyaca cevap verebilmek ve toplam katma değeri en iyilemek amacıyla sektörde faaliyet gösteren üretici, tedarikçi, imalatçı, dağıtımçı, toptancı, perakendeci gibi birçok aktörün bir araya gelmesiyle oluşmuş bir organizasyondur. Gıda tedarik zincirleri bir taraftan doğrudan insan ihtiyacına cevap verip, ekonomik anlamda istihdam ve büyümeye etki ederken diğer taraftan da sürdürülebilirlik ve çevre konusunda çeşitli sorumlulukları yerine getirerek sosyal ve toplumsal katkılar sunmaktadır. Avrupa Birliği Komisyonu, yiyecek ve içecek sektörünün dünya üzerindeki kaynak tüketiminin %23'ü, sera gazı salınımlarının %18'i, asit emisyonlarının ise %31'i üzerinde payı olduğunu belirtmektedir (Iakovou vd., 2016: xvii). Özellikle gelişmiş toplumlarda üretim ve tüketim kültürünün paralelinde artan kalite beklentileri, gıda ürünlerinin yarattığı çevresel ve toplumsal unsurlar, bireylerin, işletmelerin, yasal düzenleyici mekanizmaların ve çeşitli sivil toplum kuruluşlarının gıda sektörüne karşı hassasiyetlerini artırmaktadır.

Gıda tedarik zincirlerinin toplum genelinde önemli ve stratejik misyonları bulunmaktadır. Zira gıdanın bireylere ulaştırılmasında yaşanacak aksaklıklar, bireyin ve hatta toplumun refahını ve güvenliğini zedeleyecek sonuçlar ortaya çıkarabilmektedir. Küreselleşmenin etkisiyle her sektörde olduğu gibi gıda sektöründe de rekabet düzeyi oldukça yüksektir. İşletmeler yoğun rekabet ortamında fark yaratabilmek için güçlü yönlerini ön plana çıkarmakta, zayıf yönlerini ise maliyet kazanımı açısından zayıf oldukları alanlarda daha önce başarılı olmuş şirket ya da profesyonellere bırakmaktadır. Gıda sektöründe ürünün bozulmaya müsait yapısı nedeniyle hızlı teslimat ve yeterli saklama koşullarının önemi büyüktür. Gıda tedarik zincirlerinin bu ve benzeri ihtiyaçlardan dolayı diğer sektörlerdeki yapılara nazaran daha esnek yapıda olmaları gerekmektedir. Özellikle depolama, üretim ve dağıtım planlarının ürün yapısını dikkate

alması maliyet ve atık yönetimi açısından önemlidir. Nitekim gıda sektöründe tüm faaliyet kararlarının tek bir merkezden yönetildiği dikey ve yatay bütünleşmenin yerine artık özellikle dağıtım ve depolama faaliyetleri başta olmak üzere dış kaynak kullanımının yaygınlaştığı gıda tedarik zincirlerine bir yönelişin olduğu görülmekte ve gıda imalatı bu yapının içerisinde değerlendirilmektedir.

Üretim fonksiyonu, gıda tedarik zincirlerinin en önemli ayaklarından biridir. Gıda depolama ve dağıtım kararları üretim kararları eşliğinde değerlendirildiğinde maliyet ve verimlilik kazancı elde edilmektedir. Özellikle küreselleşme nedeniyle gıda üretiminde yerel üreticiler yerini daha büyük ölçekli geniş üretim tesislerine sahip işletmelere bırakmaktadır. Bu durum, tedarik, stok ve dağıtım kararlarının geniş perspektifte ele alınmasını gerektirmektedir. Maliyetleri azaltabilmek için gerçekleştirilen yüksek hacimli üretim kalite ve bozulmadan kaynaklı atık oluşumunu artırabilmektedir. Dolayısıyla karar mekanizmasında tüm faaliyetler için bir dengenin sağlanması hem ekonomik hem de çevresel anlamda fayda yaratmaktadır. Zira gıda üretimi söz konusu olduğunda gıda israfı ve gıda atığı konusunu da gündemde tutmak gerekir. Gıda işletmelerinin tedarik, depolama, üretim ve dağıtım aşamalarında gıda kalitesinin bozulması, raf ömrünün tamamlanması, verimsiz üretim politikalarının uygulanması, depolama altyapısının yetersizliği, aksak sevkiyat gibi birçok etken gıda atığının oluşmasına ve fazladan maliyetin ortaya çıkmasına sebebiyet vermektedir. Hızlı tüketime uygun gıda konusunda tüm üretim unsurlarının bir arada ele alınması ve alınan kararların çabuk uygulanması gibi etkin politikalar, gıda kalitesinin korunması ve gıda atığının azaltılması yönünde işletmelere ekonomik ve çevresel katkılar sunmaktadır.

Bu çalışmada, gıda üretim işletmelerinde depolama ve üretim faaliyetlerinden kaynaklı maliyetlerin yanı sıra gıda kalitesinin bozulması sonucu oluşan gıda israfının ortaya çıkardığı maliyetlere odaklanılmıştır. Çalışmada günlük yemek üretimi yapan bir catering işletmesinin malzeme stoku ve yemek üretimi faaliyetlerinden kaynaklı üretim maliyetleri ile depodaki gıdanın raf ömrü içerisinde kullanılmayıp bozulmasından ve üretilen yemeğin tüketilmeden israf edilmesinden kaynaklı atık maliyetlerinin azaltılması amaçlanmaktadır. Catering işletmeleri faaliyet alanı olarak geniş bir portföye sahiptir. Hızlı yiyecek büfeleri, restoranlar, oteller, günlük yemek üretimi yapan işletmeler catering işletmeleri olarak tanımlanmaktadır. Çalışmaya konu olan catering firması çeşitli kamu ve özel şirketlere günlük olarak yemek üretimi gerçekleştirmektedir. Müşterilerle yapılan anlaşmalar neticesinde catering işletmesinin günlük üreteceği yemek çeşidi ve miktarı önceden belirlenmektedir. Fakat yemeğin düzenli olarak hergüne özel üretilmesi ve taze

olması istenmektedir. Fazla üretilen yemek saklanıp sonradan tekrar kullanılamadığından dolayı israf edilmektedir. Problemde yer alan talep, çalışan başına üretilen yemek miktarı ve satın alma maliyeti gibi bazı parametrelerde belirsizlik bulunmaktadır. Bu sebeple, çözüm için bulanık parametreler barındıran tek amaçlı bütünleşik bir doğrusal üretim modeli tasarlanmıştır.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümünün ilk kısmında gıda üretim ekosistemini tanıtmak ve gıda üretiminin öncesindeki ve sonrasındaki süreçleri tanımlamak için genel olarak gıda tedarik zincirleri ve bileşenleri hakkında bilgi sunulmaktadır. Birinci bölümün ikinci kısmında ise gıda atık yönetimi konusuna değinilmiş ve gıda atığının ortaya çıkma sebeplerinden bahsedilmiştir.

İkinci bölümde amaca hizmet edecek matematiksel model doğrultusunda gıda tedarik zincirlerinde kullanılan üretim modelleri hakkında geniş literatür taramasına yer verilmektedir. Bölümün ilerleyen kısımlarında bulanık mantık ve bileşenleri ile beraber gıda sektöründe kullanılmış bulanık modellere değinilmektedir.

Çalışmanın son bölümü olan uygulama bölümünde ise catering firmasının deposunda bulunan gıda malzemelerinin bozulmasından ve üretilen yemeğin israfından kaynaklı atık maliyeti ile stok ve üretim faaliyetlerinin yarattığı üretim maliyetlerini minimize edecek bulanık parametrelili doğrusal bir model tasarlanmıştır. Gerekli olan veri setleri ve varsayımlar bölüm içerisinde sunulduktan sonra model bulanık operasyonlara tabi tutulmaktadır. Son olarak bulanık dönüşümler sonucu ortaya konulan model farklı senaryolar doğrultusunda çalıştırılmaktadır.

Sonuç bölümünde modelin çözümünden elde edilen çözüm çıktıları tartışılmakta ve genel değerlendirmeler ışığında çeşitli öneriler sunulmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

GIDA TEDARİK ZİNCİRİ VE GIDA ATIK YÖNETİMİ

1.1. Gıda Tedarik Zincirleri

Geçmişte insanoğlu zamanının çoğunu ihtiyaç duydukları yiyecek için bitki toplama, avlanma ve eldeki malzemelerle yemek hazırlamak için harcıyorlardı. Günümüzde ise gıdalar sadece bir beslenme aracı olarak değil bir çeşit enerji sağlayıcı, sağlıklı yaşamın kaynağı, tüketilerek zevk alma aracı, hastalıklara karşı savunma unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır. Toplumlar, sınıflar ve milletler arasındaki ilişkilerde, toplumun gelişiminde ve değişiminde gıda dışında çok farklı konularda problemler ortaya çıkabilmektedir. Ancak, bir toplumda gıda tedarik zincirinin teslim etme kabiliyetiyle ilgili bir sorun olduğunda, gıda bireylerin ve ulusun güvenliği için ilk öncelik haline gelmektedir (Bourlakis ve Weightman, 2004: 1).

Gıdalar, hane içi ya da hane dışı toplumsal ve sosyal iletişimin olduğu her yerde hayatın merkezindedir. Artık yemek, çok çeşitli tarifler ve hazırlama yöntemleriyle eğlence kültürünün bir parçası haline gelmiştir. Öyle ki bir yiyecek türü farklı hazırlama yöntemleriyle birbirinden farklı yemeklere dönüştürülebilmektedir. Bu noktada tüketicilerin gıdalardan çeşitli beklentileri bulunmaktadır ki bunlara fiyat, elde etme ve hazırlama kolaylığı, görünüm, koku, tat gibi kalite boyutları örnek gösterilebilir.

Gıda tedarik zincirleri, gelişmiş ülkelerde müşterilerin bu beklentilerine cevap vermek ve gıdaya ulaşımı yaygınlaştırmak için kilit rol üstlenmektedir. Tarlada tohumun ekilmesiyle başlayan ve tüketicinin tabağına kadar süregelen gıda üretim süreci, gıda tedarik zincirleri sayesinde çok daha verimli hale gelmektedir. Bu bağlamda gıda tedarik zincirleri, gıda üretiminde kazanılan bilgi ve beceriler yoluyla süreçlerin, kaynakların ve sermayenin etkin kullanılmasını sağlamaktadır.

Gıda tedarik zincirleri hizmet kalitesinin artırılması ve tüm paydaşların ortak karını maksimize etmesinin yanında ilgili maliyetlerin en aza indirilmesine de katkı sağlamaktadır. Tedarik zincirlerinin şirketler lehine böylesi çoklu amaçlara hizmet etmesi, bu sistemin küresel ölçekte hemen hemen her sektörde anahtar yönetim modeli olarak kabul görmesini kolaylaştırmaktadır. Bu etkinin altında yatan birkaç sebep bulunmaktadır. Bu sebeplerden ilki, tedarik zincirleri paydaşlarla etkin iş birliği mekanizmasının kurulabilmesine imkân sağlamaktadır. Tedarik zincirleri öncesi üretim sistemlerinde daha çok yönetimin tek bir merkezden gerçekleştirildiği merkezileşmiş örgüt modeli ve dikey-

yatay bütünleşme anlayışının hâkim olduğu görülmektedir. Tedarik zinciri sisteminin yaygınlaşmasıyla artık her bir organizasyon mümkün olabildiğince kendi öz faaliyetlerini gerçekleştirmek ve ihtiyaç duyduğu diğer hizmetleri dış kaynaklardan sağlama yolunu tercih etmektedir. Bu sebepten üretim firmaları organizasyonlarının ihtiyaç duyduğu tüm faaliyetleri kendi üretim sistemlerine entegre etmek yerine bu faaliyetleri gerçekleştiren tedarikçi firmalarla etkin bir iletişim ağı kurmaya çalışmaktadır.

Tedarik zincirlerinin tercih edilmesinin bir diğer sebebi büyüyen dünyanın küreselleşme nedeniyle küçülmesidir. Özellikle gıda tedarik zincirlerinde küreselleşmenin etkisini görmek mümkündür. Önceleri taşıma ve depolama sistemlerinin yetersizliğinden dolayı gıda sektöründe mümkün olabildiğince yerel üretici-yerel satıcı ilişkisi kurulmaya çalışılırken günümüzde küreselleşme tedarik zincirleri sayesinde bu sektöre de etki etmektedir. Soğutma teknolojilerinin gelişmesi ve küresel düzeyde iletişimin kurulabilmesi, bir yerde ihtiyaç duyulan bir gıda ürününün, dünyanın çok farklı bir coğrafyasından tedarik edilmesini mümkün kılmaktadır. Bu şekilde gıda imalat firmaları gerek ihtiyaç duydukları ham gıdayı tedarik konusunda gerekse ürettikleri ürünün satışı hususunda küresel pazarlarla iş birliğini geliştirerek maliyetlerini düşürüp satış miktarını ve karlarını artırabilmektedirler.

Büyüyen bu pazarlara açılmak gıda tedarik zinciri işletmelerinin daha çok talebe cevap verebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu talebin karşısında üretim de artarken zincir içerisindeki tedarikçilerin çok daha çevik olması gerekmektedir. Gıda tedarik zincirleri mevcut paydaşlar arasında gerekli ağı kurarak bilgi paylaşımını da sağlamaktadır. Bu sayede stratejik ortaklık kuran çoğu firmalar ihtiyaç duyulan ürünlerin tam zamanında istenilen yerlere ulaşımı konusunda bir problem yaşamamaktadırlar. Gıda sektöründe zaman faktörü büyük önem arz etmektedir. Zira gıda üretimi için gerekli olan yiyeceklerin raf ömrü, depolama ve taşıma operasyonlarında azami dikkat edilmesi gereken başlıca unsurlardan biridir (Ellis, 1994: 37-39).

Sektördeki yoğun rekabet düzeyi, tüketici memnuniyetini ön plana çıkarmaktadır. Bunun sonucu olarak tedarik zincirinin paydaşları üzerindeki daha etkin bir performansın sergilenmesi, maliyetlerin azaltılması, yenilik ve katma değer sağlanması ve rekabete uygun fiyatlar sunulması yönündeki baskı oldukça artmaktadır. Piyasanın gıda ihtiyacına doğru karşılık verebilen işletmeler zamanla piyasada çok daha iyi konuma gelmektedirler.

Gıda tedarik zincirlerinde ürün bozulması ve atık oluşumuna sebebiyet vereceğinden zaman yönetiminin hayati önemi vardır. Bu açıdan bakıldığında, gıda tedarik zincirlerinin zamana karşı yarışan, dinamik ve karmaşık bir çalışma doğasına sahip olduğu

görülmektedir. Bourlakis ve Weightman (2004: 1) gıda tedarik zincirlerinin gelişimi ve değerlendirilmesinde altı kritik faktörün rolü olduğunu belirtmiştir. Bunlar:

- **Kalite:** Kalite, satıcının müşterinin beklentilerini karşılama derecesi olarak ifade edilmektedir. Üreticilerin tüketici isteğini yerine getirirken ortaya koydukları değerden tedarik zinciri içerisindeki tüm paydaşlar faydalanmaktadır. Bu değer ortaya çıkarılması çeşitli maliyet kalemlerine sebebiyet vermektedir. Her maliyet ürünün satış değerini artırmaktadır. Üreticilerin ilgili maliyetleri azaltmaya çalışırken ürün kalitesinden taviz vermesi de tüketiciler tarafından istenmeyen bir durumdur. Sağlıklı ekonomik sistemlerde tüketiciler ürünün hem kaliteli hem de uygun fiyatlı olmasını talep etmektedir. Gıda tedarik zincirlerinde kalite dengesinin iyi kurulabilmesi için üreticiler ve satıcılar arasındaki protokolleri içeren HACCP (tehlike analizi ve kritik kontrol noktası) ve ISO kalite standartları geliştirilmiştir.
- **Teknoloji:** Gıda tedarik zincirleri operasyon verimliliğinin artırılması ve yenilikçilik faaliyetlerinin geliştirilmesi için tarımdan, gıda fabrikalarındaki üretime ve gıda dağıtımına kadar biyoloji, genetik, bilgisayar bilimleri, kimya gibi bilim dallarındaki teknolojik gelişmelerden faydalanmaktadır. Tartım doğruluğunun geliştirilmesi, soğutma, kontrollü atmosferik bakteriyel inhibisyonu, pastörizasyon, mikro element kirletici tespiti, barkodlama, ambalajın elektronik olarak tanınması, stabilizatörlerin kullanımı, teknolojik fayda örnekleridir.
- **Lojistik:** Lojistik, minimum maliyet ve yüksek verimlilik ile müşteri siparişlerinin tamamlanabilmesi için malzeme, yarı mamul veya bitmiş mamul tedarik, stok ve taşıma faaliyetlerinin stratejik olarak yönetilmesi olarak ifade edilmektedir. Tek bir işletmenin lojistik faaliyetleri söz konusu olduğu zaman tedarik zincirleri yönetimi, işletmenin üretim faaliyetlerinin yanında malzeme akışı, gelir yönetimi ve bilgi paylaşımı gibi dış faaliyetleri ile de ilgilenmektedir. Faaliyetler sırasında ortaya çıkan bilgi, kurulan teknolojik bilgi altyapısı sayesinde zincirin tüm paydaşlarınca paylaşılmaktadır.
- **Bilgi teknolojileri:** Barkodlama ve RFID sistemlerinin gelişmesi, müşterilerin ürün üretim ve hareket süreçleri hakkında daha çok bilgi sahibi olmasına olanak sağlamaktadır. Dolayısıyla teknolojik altyapının gelişmesi bilgi teknolojilerinin gıda tedarik zinciri yönetimi içerisindeki önemini arttırmıştır. Günümüzde ürünün üzerindeki elektronik kimlik fişlerine bir başka deyişle barkodlarına ürünün nerede üretildiği, üretim sonrası nerede depolandığı, hangi araçlarla taşınmanın

gerçekleştirildiği, bu faaliyetlerin kim tarafından ve hangi zamanlarda gerçekleştirildiği bilgileri kaydedilmektedir. Ürün kimliğinin internet yoluyla gıda tedarik zincirleri paydaşları arasında kurulan bilgi ağı boyunca paylaşılması sonucunda ürün hareketlerinin hızlanması, stok yönetiminin iyileştirilmesi, sermaye ihtiyacının azalması, ürün güvenliğinin artırılması bunun yanında hata ve yanlışların azaltılması, maliyetlerin düşürülmesi, sipariş ve ürün teslimatlarının hızlanması ve buna benzer birçok olumlu gelişme gerçekleşmektedir. Raf ve stok bilgisinin perakendeci ve tedarikçi arasında paylaşılması sayesinde raftan ürün çıktığı anda raf ve stok durumu hem perakendeci hem de tedarikçi tarafından gözlenerek ihtiyaç duyulması halinde stok besleme gerçekleştirilmektedir. Bilginin hızlı bir şekilde toplanıp değerlendirilmesi sayesinde düşük stok seviyelerine rağmen yüksek satış oranlarına ulaşabilmektedir.

- **Düzenleyici kurumlar:** Gıda tedarik zincirleri, gıda güvenliği, ürün etiketleme ve izleme gibi tüketici lehine yapılan yasal düzenlemelerden etkilenmektedir. Bunun yanında israf ve gıda atığı üzerine çalışmalar yapan birçok ulusal ya da uluslararası dernek ve kuruluş da gıda konusuna dikkat çekmektedir.
- **Tüketiciler:** Tüketiciler, gıda tedarik zincirlerinin itici gücü konumundadır. Çünkü gıda kalite, tip ve değeri tüketici beklentileri göz önünde bulundurularak ele alınmaktadır. Gıda üretici, imalatçısı, perakendecisi veya gıda tedarik zincirinin herhangi bir elemanının esas amacı tüketici beklentilerine daha hızlı ve etkin cevap verebilmektir.

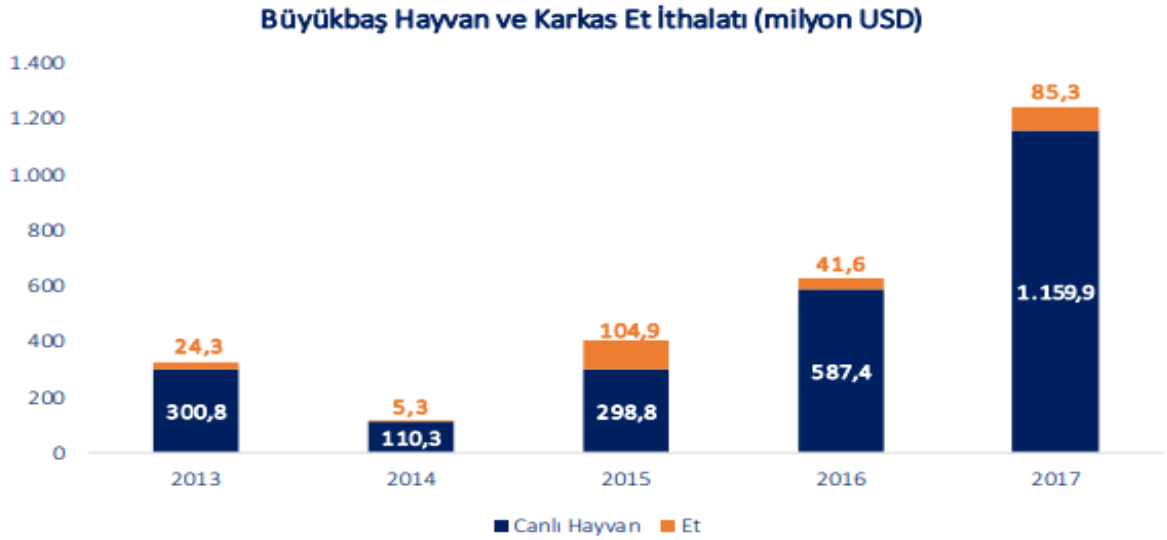
1.1.1. Gıda Tedarik Zincirleri Unsurları

Gıda tedarik zinciri yönetimi, yerel, bölgesel, ulusal ve uluslararası ölçekte sürekli genişleme potansiyeli barındıran bu sebepten dolayı da kendi başına bir araştırma alanı olarak kabul edilen bir disiplindir (Bourlakis ve Weightman, 2004: 1). Gıda tedarik zincirleri gıda sektöründeki üreticiler ve satıcılar arasında birbirinden kopuk ve sadece ikili düzeyde kalmış ilişkileri zincirin tüm bileşenleri boyunca uyumlu ve birleştirici hale getirmeye çalışmaktadır. Tedarik zincirleri, uzun dönemli ilişki geliştirme, geniş ölçekli siparişler, tutarlı programlama, bilgi paylaşımı, artan karşılıklı güven, daha şeffaf gıda izleme olanakları ve sorumluluk paylaşımı gibi özellikleri sayesinde daha elverişli ticaret ve rekabet fırsatları sunmaktadır (Bourlakis ve Weightman, 2004: 1-2).

Gıda tedarik zincirlerinin başarısı tarımın etkinliğine bağlıdır. Endüstriyel tarımın gelişmesi, gıda üretiminin daha büyük ölçeklerde yapılabilmesine olanak sağlamaktadır.

Günümüzde müşteri taleplerinin sürekli değişkenlik göstermesi tarım işletmelerini iki seçenek ile karşı karşıya bırakmaktadır. İlk seçenek, çiftçi ya da tarım işletmelerinin geleneksel üretimi benimseyerek emtia sınıfı tek tip ürün yetiştiriciliğine devam etmesidir. Bu seçenekte tam rekabet piyasa koşulları geçerlidir. Ürünün fiyatı yetiştiriciden yetiştiriciye değişmediğinden bu tarz üretim yapan tarım işletmeleri karlarını artırabilmek için maliyetlerini düşürmek ve geniş ölçekte üretim yapmak zorunda kalmaktadırlar. İkincisi ise ürünlerin farklılaştırılması yoluyla tüketiciye ürünlerin özel olduğunu benimseterek katma değer sağlama seçeneğidir. Son yıllarda organik tarım bu tarz farklılaştırma girişimine verilebilecek örneklerden biridir. Ayrıca tüketicilerin işlenmemiş ve daha güvenilir olduğunu düşüncülerinden dolayı semt pazarı gibi yerel pazarlardaki yiyeceklere yönelmesi de bu eğilimi desteklemektedir.

Benzer tüketici beklentilerine cevap verdiğinden dolayı yenilikçilik ve farklılaşma anlayışı gıda tedarik zinciri içerisindeki ürün işleyenler ve üreticiler için de geçerli olmaktadır. Özellikle dondurulmuş gıda sektöründe üretim ve taşıma operasyonlarındaki inovasyon faaliyetleri bu duruma örnektir. Aksi takdirde gıda sektöründeki yerli ve daha küçük ölçekteki şirketlerin rekabet şartları da ağırlaşmaktadır. İşgücü, ülkemizdeki rekabet şartlarını etkileyen en önemli unsurların başında gelmektedir. Örneğin hükümetin hayvancılık sektörüne getirdiği teşviklere rağmen yetiştiricilikte hedeflenen noktalara gelineemediği, yeterli işgücünün temin edilemediği bu durumdan dolayı ihtiyacın ithalat yolu ile giderildiği görülmektedir. Büyükbaş hayvancılığında süregelen arz/talep dengesizliği canlı hayvan ve et ithalatı yoluyla aşılmaya çalışılmaktadır. Ülkedeki ithalat hızı 2015 yılından itibaren ivme kazanmıştır. 2017 yılında ithalat yıllık bazda canlı hayvanda %98, ette %105 artış yaşamıştır. Büyükbaş hayvan ithalatının ilerleyen yıllarda artış göstereceği öngörülmektedir. Aşağıdaki Şekil 1.2’de 2013-2017 büyükbaş et ithalat oranları yer almaktadır (İşbank büyükbaş hayvancılık sektörü raporu, 2018: 22).



Şekil 1.2 Büyükbaş hayvan ithalatı

Kaynak: İşbank büyükbaş hayvancılık sektörü raporu, 2018: 22

Tüketicinin gıda tüketim alışkanlıklarında görülen değişiklikler, gıda tedarik zinciri stratejilerinin değişimine de sebep olabilmektedir. Gıda tedarik zincirlerinin etkinliğinin artmasıyla tüketicinin yiyeceklere ulaşımı oldukça kolaylaşmıştır. Ayrıca günümüzde evde yemek hazırlamaya ayrılan zamanın azalması neticesinde insanların dışarıda yemek yeme ya da hazır-dondurulmuş yemek tüketme eğilimi de artmaktadır. Bu yöndeki fırsatları gören gıda işletmeleri gerek yenilikçi, güvenli ürünler tasarlayarak gerek müşteriye ürün ulaştırma hizmetlerini geliştirerek rekabet avantajı sağlamaya çalışmaktadırlar. Aşağıdaki Tablo 1.1’de müşterilerin son zamanlardaki gıda tüketim alışkanlıkları ve bunun ürün ulaştırma kanallarına etkisi görülmektedir (Pramatari, 2016: 196).

Tablo 1.1 Değişen müşteri alışkanlıkları ve değişimin ulaşım kanallarına etkisi

Alışkanlıklar	Etki
Tüketicilerin aylık toplu alışveriş gezileri yerine daha yakındaki alışveriş noktasından anlık ihtiyaç kadar gerekli ürünü satın alması	Paketli ve taze gıda üreticilerinden kent içindeki gıda perakendecilerine daha sık gıda akışı gerçekleştirilmesi
Tüketicilerin ürünün kökeni ve kalitesi hakkında (organik gıda gibi) daha duyarlı olması	Mümkün olabildiğince müşteriye doğrudan ulaşabilecek şekilde yerel üreticiden satış noktalarına kurulan gıda akışının artması
Mesai saatleri dışında tüketicilerin ev veya işyerlerine verdiği çevrimiçi siparişlerdeki artış	Perakende satış noktalarından müşteriye doğrudan ürün ulaştırma kanalları sayısındaki artış

1.1.2. Endüstriyel Gıda Üretimi

İşletmeler üretim faaliyetleri sonucunda ortaya bir değer koymak yani katma değerli ürünler elde etmeyi amaçlamaktadır. Üretici ve tüketici arasında değer odaklı bu ilişkide üretilen ürünün değerinin maliyetinden üstün olması gerekmektedir. İşletmelerin ve içinde bulundukları sektörlerin varlığını devam ettirebilmesi bu dengenin gerçekleşmesine bağlıdır.

Gıda işletmelerinin imalat sanayi içerisindeki yerini göstermesi açısından kapasite kullanım oranları fikir sunmaktadır. Gıda imalat sanayisinin kendine has üretim yapısının, ürünlerin hızlı tüketime uygun olmasının, pazardaki rekabetin değişkenliği gibi çeşitli özelliklerin kapasite kullanım oranları üzerinde etkisinin olması olası bir durumdur. Tablo 1.2.'de imalat sanayi ve ürünler bazında kapasite kullanım oranları görülmektedir. 2019 yılı oranları için yılın ilk dört ayındaki istatistiksel oranlar baz alınmıştır. Gıda ve içecek kapasite kullanım oranlarının imalat sanayi kapasite kullanım oranlarının altında kaldığı görülmektedir.

Tablo 1.2 Yıllar bazında kapasite kullanım oranları (Ortalama %)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
İmalat Sanayi Kapasite Kullanım Oranı	76,73	75,02	76,83	77,36	78,48	76,83	74,43
Dayanıklı Tüketim Malları	76,11	74,7	74,3	75,01	75,75	71,08	69,85
Dayanıksız Tüketim Malları	73,67	73,05	72,58	72,66	73,18	73,78	73,6
Tüketim Malları	74,09	73,35	72,87	73,08	73,63	73,33	72,98
Gıda ve içecekler	72,69	71,98	71,77	71,88	72,28	72,36	71,88
Ara Malları	78,25	77,21	77,23	77,38	79,03	78,26	73,8
Yatırım Malları	76,63	73,45	78,46	80,68	83,15	79,01	73,88

Kaynak: TC. Merkez Bankası (<http://www.tcmb.gov.tr>).

Türkiye’de Gıda ve İçecek Sanayine ilişkin KOBİ’lere yönelik destekler bulunmaktadır. Bu kapsamda, T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi Bölgeleri Genel Müdürlüğü tarafından, 15 Eylül 2012 tarihli ve 28412 sayılı Resmî Gazete’de “Kümelenme Destek Programı Yönetmeliği” yayımlanmış ve ilgili yönetmeliğin uygulanmasına yönelik faaliyetler başlamıştır. Gıda ve içecek sanayine ilişkin kümelenmenin bölgesel anlamda sırasıyla Marmara, Ege, İç Anadolu, Akdeniz ve Karadeniz Bölgelerinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. İller bazında ise; İstanbul, İzmir, Ankara, Manisa, Bursa, Gaziantep, Konya, Balıkesir, Mersin, Adana, Aydın, Antalya, Hatay, Denizli, Afyonkarahisar, Muğla, Samsun, Sakarya, Kahramanmaraş, Tekirdağ, Malatya, Rize, Şanlıurfa, Kayseri, Çanakkale, Edirne ve Çorum gibi illerimizde gıda ve içecek ürünlerinin imalatına yönelik işletmelerin ağırlık kazandığı tespit edilmiştir. Ayrıca,

2007 yılında Samsun ve 2008 yılında da Antalya'nın Kumluca ilçesinde Türkiye'nin ilk Gıda İhtisas Organize Sanayi Bölgeleri (İOSB) faaliyet göstermeye başlamıştır. Sonrasında, 2010 yılında Kocaeli ili İzmit ilçesinde Kandıra Gıda İOSB de kurulmuştur (T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Gıda ve İçecek Sektörü Raporu, 2013: 11-12).

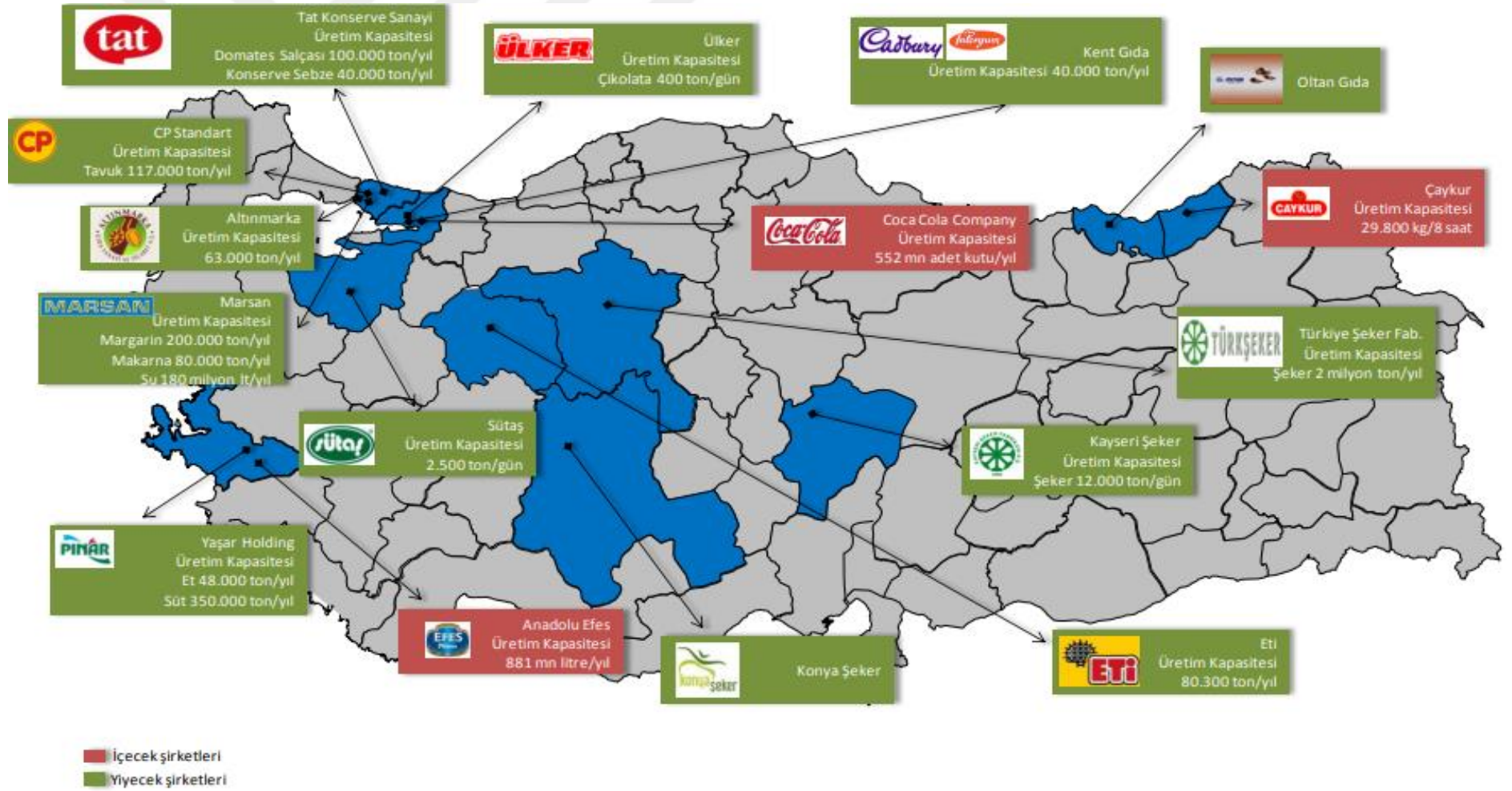
Türkiye'de endüstriyel gıda imalatı alanında faaliyet gösteren belli başlı işletmelerin üretim tesislerinin bulunduğu yerleşim noktaları Şekil 1.3'te görülmektedir (TC. Başbakanlık Yatırım Destek ve Tanıtım Ajansı Türkiye Gıda Sektörü Raporu, 2010: 15).

Gıda işletmeleri varlıklarını devam ettirebilmek için diğer sektörlerde olduğu gibi daha istikrarlı durumda kalma eğilimindedirler. Fakat ürettikleri ürünün özelliğinden hareketle işletmelerin istikrarını engelleyen çeşitli faktörler bulunmaktadır (Blevins, 2013: 59):

- Hükümetin dayattığı yeni ve zorlu yönetmelikler
- Ekonomideki düşüş
- Yeni teknolojiler
- Küresel ticaretteki sebepsiz değişiklikler
- Doğal felaketler
- Çevresel ısınma

İşletmelerin makro dengelerini bozan bu faktörlerin hepsinin birden aynı zamanda görülmesi her ne kadar mümkün gibi gözükmese de her bir faktörün doğrudan veya dolaylı yoldan işletmelerin ekonomik istikrarına zarar verdiği bilinmektedir. Özellikle gıda sektöründeki ürünlerin niteliği bakımından da işletmelerin istikrarı sağlaması oldukça zordur.

Endüstriyel üretim anlamında gıda sektörünün gelişimine bakıldığında, sektördeki işletmelerin genelde sezonluk bozulabilir gıda ürünlerinin korunması ve et kesimi üzerine üretim faaliyetlerini gerçekleştirdikleri görülmektedir. Geçmişte kurutma, tütüleme, tuzlama, konserve ve dondurma gibi gıda koruma tekniklerinin yanı sıra bilimin ilerlemesiyle geleneksel tekniklerin yanında ısınlama, modifiyeli atmosfer ambalajı, vakumlama gibi teknolojik altyapılı yeni tekniklerin kullanımı da artmaktadır. Teknolojik gelişmelerin yanı sıra tüketici alışkanlıklarının değişmesi de endüstriyel gıda üretimine yeni alanlar açmaktadır. Tüketicinin yemek hazırlamak için ayırdığı zamanı başka bir aktivite için kullanmak istemesi hazır yemek, dondurulmuş yemek gibi alternatiflerin ortaya çıkmasına fırsat sunmuştur (Hughes, 2004: 99-100).



Şekil 1.3 Türkiye'deki belli başlı endüstriyel gıda üreticileri yerleşim noktaları

Tarım çalışanlarının sağladığı hammadde gıda ürününün fiyatı, son ürüne dönüşmüş gıda göz önüne alındığında oldukça düşük seviyededir. Dolayısıyla gıda endüstrisinde ortaya çıkan değer hasılatının paylaşımında büyük payın imalatçıda kaldığı görülmektedir. İmalatçı böylesi bir değeri elde etmesine rağmen tedarik zincirinde taşımadan sorumlu paydaşların olmadığı durumlarda genelde nihai ürünün süpermarket, toptancı ve perakendecilere iletilmesi noktasında sorumluluk alarak taşıma maliyetlerini üstlenmektedirler. Bu açıdan bakıldığında taşıma faaliyetlerindeki iyileştirmelerin maliyetlerin azaltılmasında gerekli ana unsurlardan biri olduğu görülmektedir.

Gıda endüstrisindeki tedarik zincirindeki paydaşlara bakıldığında imalatçının karmaşık birçok faaliyeti yerine getirdiği görülmektedir. Gıda imalatçıları büyük miktarlardaki ürünü daha küçük miktarlarda tüketime uygun hale getirmektedir. Örneğin bir süt işletmesinde ineğin otu süte çevirmesi başlangıç ham ürünü ortaya çıkartır. Fakat bu sütün pastörizasyonu, sütün yağının ayrıştırılması, süttten peynir ve yoğurt elde edilmesi, her bir ürünün protein ve içerik değerlerinin korunması, paketlenme işlemleri ve bileşenlerin ayrı ürünler halinde satış noktalarına iletimi gıda imalatçısının yerine getirdiği faaliyetlerdir. Bu açıdan bakıldığında gıda imalatçısının gıda tedarik zinciri içerisinde basit bir paydaş olmadığı aksine zincir içerisinde yeterince fazla sorumluluk üstlenerek birincil işleme işlemlerini yerine getiren önemli bir aktör olduğu görülmektedir (Hughes, 2004: 100).

Türkiye endüstriyel gıda üretimi konusunda pazar ve üretim kabiliyetleri açısından yüksek potansiyel barındırmaktadır. Ülkenin potansiyelini gören yerli ve yabancı birçok işletme yeni tesis inşası veya birleşmeler ile gıda sektöründe kendilerine yer açmaya çalışmaktadır. Tablo 1.3'te satın alma ve birleşme yoluyla 2006-2010 yılları arası Türk gıda sektörüne giriş yapmış işletmeler listelenmektedir. (TC. Başbakanlık Yatırım Destek ve Tanıtım Ajansı Türkiye Gıda Sektörü Raporu, 2010: 15). Ortaya çıkan tablo ülkenin önündeki gıda üretim fırsatlarına bir örnek teşkil etmektedir.

Tablo 1.3 Gıda sektöründe satın alma ve birleşme işlemleri (2005-2010)

No	Alıcı Şirket	Ülke	Alınan Şirket	Alt Sektör	Tarih	Hisse (%)	İşlem Değeri (milyon \$)
1	Altas Sirketler Grubu	Türkiye	Ordu Yağ Sanayi AS	Tarım işleme/ tahıl	30/01/2010	100,0%	33
2	Alliance Grain Traders Inc Anadolu Efes Biracılık	Kanada	Arbel Group Companies	Tarım işleme/ tahıl	16/07/2009	100,0%	134
3	Sucocitrico Cutrale Ltd.	Türkiye; Brezilya	Etap Tarım ve Gıda Ürünleri	Taze üretim, alkolsüz içecek	07/01/2009	66,0%	25
4	FEM OGG	Türkiye	Tekel Ayvalık Tuzlası	Gıda içerikleri	23/09/2008	100,0%	6
5	Yildiz Holding AS	Türkiye	Kerevitaş Gıda Sanayi ve Ticaret A.S.	Dondurulmuş ve soğuk gıda	17/09/2008	51,0%	17
6	Esas Holding AS	Türkiye	Peyman Gıda	Gıda içerikleri, Gıda-diğer	18/04/2008	30,0%	12
7	Fresh Cake Gıda	Türkiye	Doruk & Unmas Unlu Mamuller	Unlu Mamuller	30/04/2008	50,0%	38
8	Afia International	Suudi Arabistan	Yudum Food SA	Gıda-diğer	14/01/2008	100,0%	71
9	Klueh Service Management	Almanya	Emin Catering	Gıda diğer, Restaurant/Pubs	22/11/2007	51,0%	13
10	MGS Marmara Gıda	Türkiye	Gıdasa SA	Gıda içerikleri, Alkolsüz içecek	15/08/2007	99,65%	174
11	Bulutoglu Gıda ve Lojistik	Türkiye	Yalova Soğuk Hava Tesisleri	Dondurulmuş ve soğuk gıda	07/08/2007	100,0%	13
12	Cadbury Plc	İngiltere	Intergum Gıda Sanayi Ve Ticaret A/S	Şeker ve tatlı	28/09/2007	100,0%	450
13	Cadbury Plc	İngiltere	Kent Gıda Maddeleri	Şeker ve tatlı	10/04/2006	30,0%	94
14	Fromageries Bel SA	Fransa	Karper	Süt Ürünler	28/02/2006	51,0%	16

1.1.3. Gıda Toptancılığı, Perakendeciliği ve Catering Hizmeti

Gıda tedarik zincirlerinin üretim ve müşteri arasındaki düğümlerinde perakendeci, toptancı ya da catering hizmeti sunan üretim işletmesi yer almaktadır. Her üç iş kolu da üreticinin ürettiği nihai gıda ürününü müşterinin hizmetine sunmayı amaçlamaktadır. Fakat bu iş kollarının çalışma prensipleri birbirine göre farklılık göstermektedir. Perakendeciler müşterilerle iletişim kurmak için mağaza ya da süpermarketleri kullanarak bireysel tüketiciye hitap etmektedir. Müşteri nispeten düşük hacimli ve tüketebileceği gıda ürününü perakendeciler vasıtasıyla elde etmektedir. Toptancılar sayıları daha az ama talep ettiği ürün miktar ve hacmi büyük olan müşterilere toplu satış gerçekleştirmektedir.

Catering işletmeciliği ise perakende ve toptancılıktan çok daha karmaşık ve bütünsel faaliyetler gerçekleştirmektedir. Catering işletmesi gıda sağlama hizmetini, iş ağı içerisindeki hastane okul gibi kamu ve fabrika, imalathane gibi özel sektör tesislerinde çalışan nihai müşteriye ulaştırmaktadır. Hizmet sunumundaki bu farklılıklardan dolayı her üç satış kolunun büyüklüğü, stratejileri ve kurum yapıları birbirinden farklılık göstermektedir (Dawson, 2004: 116).

Gıda toptancılığı, perakende ve catering faaliyetlerini zaman içerisinde etkileyen üç tür satış gelişmesi olmuştur (Dawson, 2004: 121). İlk gelişme self-servis adıyla bilinen müşterinin kendi hizmetini kendi görmesini sağlayan satış türüdür. Perakendecilik sektöründe bu satış türü için müşterinin kendisinin erişebileceği geniş stoklara ve çok sayıda çeşitteki ürünü barındıran raflara ihtiyaç duyulmuştur. Toptancılar taşıma ve ödeme faaliyetlerini içerecek şekilde bir self- servis uygulamasına geçerken catering işletmeleri müşterilerin kendi yemeğini almasını sağlayacak şekilde faaliyetlerini düzenlemişlerdir. İkinci gelişme özelleşmiş müşteri ve özelleşmiş talebe yönelik satış gerçekleştirmektir. Perakende sektörü bu gelişmeye ayak uydurabilmek için özel müşterilere yönelik olarak raflarını ve ürün gruplarını ayırtmışlardır. Özel müşteri taleplerinin bilinebilmesi için hangi müşteri grubunun hangi ürünleri tercih ettiğini tespit edebilmek için bu dönemde barkod teknolojisi kullanılmıştır. Catering sektöründe bu dönemdeki gelişmelerin paralelinde temalı restoranlar kurulmuştur. Son aşamaya bilgi ve iletişim teknolojilerindeki ilerlemenin sonucunda geçilmiştir. Tüketiciler günümüzde internet yoluyla işletmelerin raflarını ve stoklarını takip edebilirken, kargo yoluyla, talep ettikleri ürünlerin taraflarına ulaştırılmasını sağlamaktadırlar.

Catering hizmeti, gıda sektöründe üretimin gerçekleştiği alanlarda kapsayıcı bir tanıma sahiptir. Catering hizmeti sağlayan gıda işletmeleri, yiyeceğin üretimi ve müşteriye sunumu için farklı yöntemler kullanabilmektedir. Bu yöntemler ise catering hizmeti sağlayan

işletmelerin birbirinden ayrışmasına ve sektör içerisinde sınıfların oluşmasına sebebiyet vermektedir. Örneğin yiyeceği önceden hazırlayıp müşterinin tesisinde yiyeceğin dağıtımını yapan ve kendi mekânlarında yiyeceği üretilip müşteriye sunan işletmeler, yiyeceğin müşteriye sunum yeri açısından farklılaşmaktadır. Buna karşın restoran, paket servisi yapan hazır yiyecek zincirleri, büfeler kar odaklı çalışan firmalar olarak sınıflandırılırken, hastanelere, okullara ve çeşitli işletmelerin yemekhanelerine yemek sunumu yapan yemek fabrikaları maliyet odaklı firmalar olarak değerlendirilmektedir. Kâr amaçlı gıda işletmelerinde amaç daha fazla ürün satmak iken maliyet amaçlı işletmelerde anlaşmalar ile azami yemek miktarı belirlendiğinden mevcut miktar üzerinde mümkün olabildiğince maliyeti azaltacak üretim politikaları benimsenmektedir (Eastham vd., 2001: 5).

Gıda tedarik zinciri içerisinde catering hizmeti sunan işletmelerin perakendeci ve toptancılara göre daha karmaşık yapıya sahip olduğu görülmektedir. Catering işletmeleri daha çok maliyet odaklı çalışmaktadırlar. Söz konusu işletmelerde özellikle hızlı yiyecek ve eve servis yapan restoranlar göz önüne alındığında siparişler anlık internet ve telefon ile alınmakta bu durum da talebin tahmin edilmesini oldukça güçleştirmektedir. Üretim hacmi tam olarak kestirilemediğinden tedarikçilere de düşük ölçekli hammadde denilebilecek gıda ürünü siparişi verilmektedir. Toptancı ve perakendecilerde müşteri almak istediği kadar ürüne sahip olabilmektedir. Fakat müşteri catering işletmelerinden yiyebileceği kadar yemek talep ettiği için perakende ve toptancılardaki gibi paralel bir tüketici deneyimi yaşayamamaktadır. Catering işletmelerinin farklı bir yönü de sunulan ürün çeşidi portföyünün kimi zaman çok geniş olması, ki oteller ve restoranlar buna örnek verilebilir, kimi zaman da hazır yemek alt sektöründe olduğu gibi oldukça kısıtlı olmasıdır. Bu durum üretici ve tedarikçi arasında esnek sipariş miktarı ve uzlaşılabilir fiyat güncellemelerine ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır (Eastham vd., 2001: 17).

1.1.4. Gıda Lojistik Faaliyetleri ve Tedarik Yönetimi

Tedarik, işletmelerin faaliyetleri için ihtiyaç duyduğu ürün ve hizmetlerin bir başka işletmeden uygun maliyet ve verimli zamanlama ile temin edilmesi sürecidir. İmalat ve hizmet işletmelerinin stratejik plan ve hedeflerini gerçekleştirmesinde tedarik sürecinin önemli bir yeri bulunmaktadır. Tedarik sürecinde karar verme davranışını etkileyen içsel ve dışsal faktörler tarafından aşağıdaki unsurlar çerçevesinde belirtilmektedir (Allinson, 2004: 49):

- Satın alımın gerçekleştirileceği organizasyonun büyüklüğü
- Son ürüne ve coğrafi alana göre gerekli bir girdinin nispi karmaşıklığı

- Kamu ve özel sektör kural ve düzenlemeleri
- İşletmenin üretim tipi
- İşletmenin hizmet sunduğu perakendeci veya toptancı tarzı satış opsiyonu
- Hammadde tedarikçisinin çeşitliliği ve türü

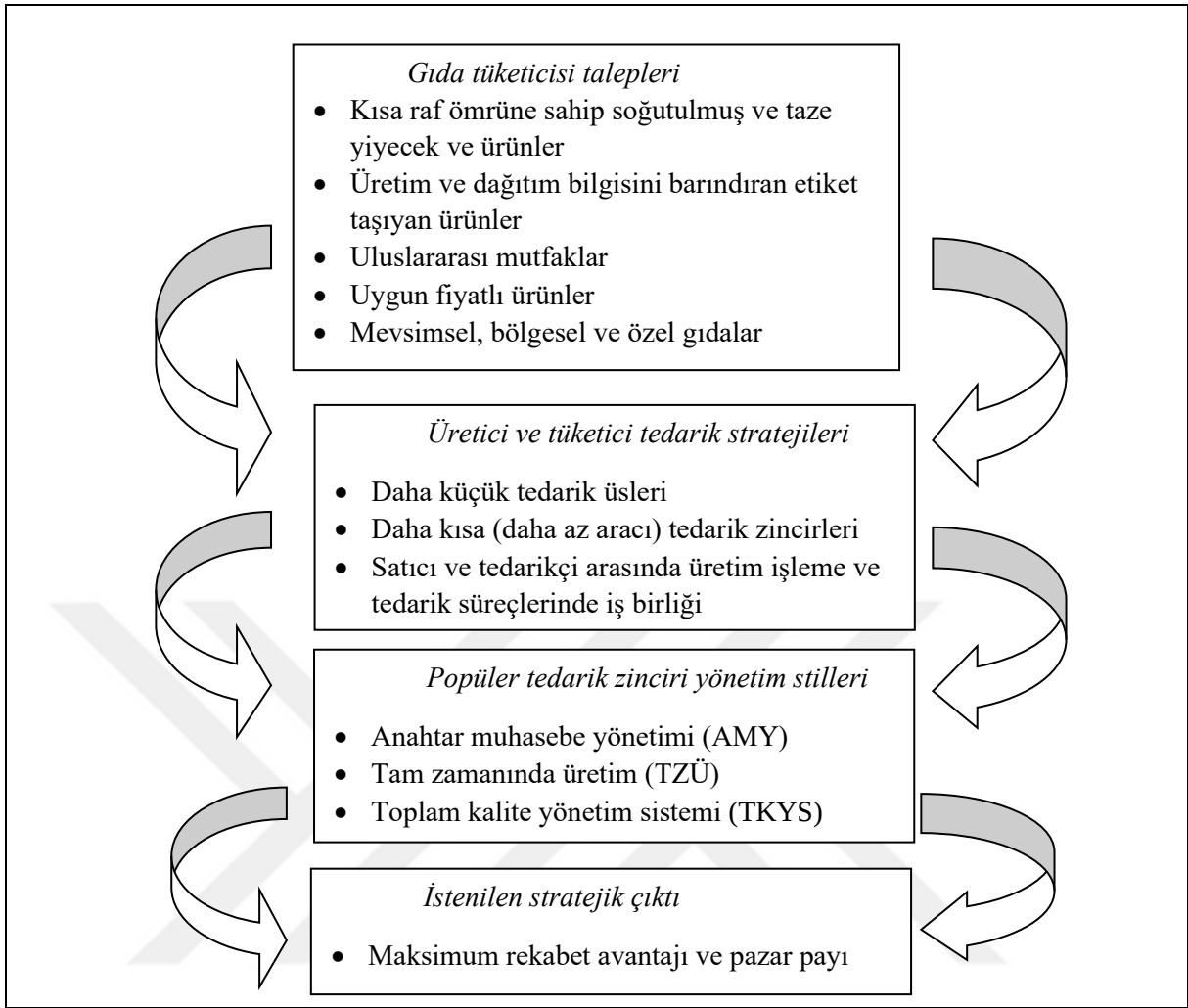
Bu ve buna benzer unsurlar göz önüne alındığında tedarik sürecinin sadece satın alma davranışından ibaret olmadığı, bunun yanında işletmenin temel faaliyet alanları, üretim operasyonları ve satış tercihlerine kadar uzanan karmaşık faaliyetleri kapsadığı görülmektedir.

İşletmeler satın alma kararlarını sektörel rekabette öne geçmek ve karlılıklarını artırmak için etkili bir silah olarak kullanabilmektedir. Böylesi bir araca sahip olabilmek için tedarikçi ve üretim işletmeleri arasında stratejik iş birliklerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Doğru tedarikçi ile kurulacak güçlü bir iletişim ihtiyaç duyulan kaynağın tam zamanında ve uygun maliyetle sağlanmasına katkı sağlarken işletmeye rekabet ve fiyat avantajları da sunmaktadır.

Gıda sektöründe tedarikçi ve satın almacı arasında kurulan ilişki satın almacının büyüklüğünden de etkilenmektedir. Büyük işletmeler küçük işletmelere nazaran daha iyi satın alma gücüne sahip oldukları için büyük ölçekli satın almaları çok daha düşük fiyatlarda gerçekleştirerek müşteriler açısından daha rekabetçi kalabilmektedirler. Buna karşın küçük firmalar düşük satın alma gücüne karşın tedarikçi konusunda daha esnek ve iletişime açık pozisyon almaktadır. Bu durum sektörel bazda ürün işleyen ve çoklu market perakendecileri ile tarım tedarikçileri arasında zaman zaman eleştirilere sebep olmaktadır (Allinson, 2004: 51).

Tüketici beklentileri ve gıda sektöründe yer alan üretici ve perakendecilerin stratejileri göz önüne alındığında tedarik yönetimi Şekil 1.4'teki prensipler etrafında şekillenmektedir:

AMY (Anahtar Muhasebe Yönetimi), müşteri ve satıcı arasında doğru kar-maliyet ilişkisinin ortaya konulmasını sağlamaya çalışan stratejik amaçlı bir yönetim tarzıdır. TZÜ (Tam zamanında üretim) anlayışı başlı başına tedarikçi ile üretici arasında iletişim odaklı iş birliğine dayanır. Bu yönetim modelinde müşteri talebine mümkün olan en kısa zamanda cevap vermek hedeflenir. Hızlı üretim için hızlı tedarik prensibi ön plana çıkarılarak tedarikçilerin coğrafi olarak da hızlı teslimata hizmet etmesini sağlayacak şekilde seçimi gerçekleştirilir. Etkili iletişim ve hızlı teslimat sayesinde üretici daha düşük düzeyde stok tutma avantajına sahip olmaktadır. Ayrıca stok azaltılması hem maliyetlerin azaltılmasına hem de kazanılan alanın işletmenin öz faaliyetleri için daha verimli kullanılmasına olanak sağlamaktadır.



Şekil 1.4 Tedarik yönetiminin anahtar prensipleri

Kaynak: Allinson, 2004: 52

Tam zamanında üretim anlayışı sunduğu rekabet ve maliyet avantajlarından dolayı birçok farklı sektörde tercih edilen bir üretim sistemi haline gelmiştir. Fakat gıda sektöründe coğrafi engeller nedeniyle yerel kaynaklardan ürün sağlamanın her zaman mümkün olmamasından ötürü bu sistemin kullanıldığı uygulama sayısı oldukça kısıtlıdır. Tam zamanında üretim sistemlerinin gıda sektöründeki uygulamalarında “hızlı ikmal” yönteminin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Yöntem doğrultusunda perakendeci manav ya da satıcılar mevcut ürünlerinin yer aldığı kasalara barkod koyarak ürünlerin satım sürecini izlemektedirler. Elde bulunan ürün stok bilgisi tedarikçiler ile anlık paylaşılarak stok azaldığı durumda tedarikçilerin hızlı ikmali sağlanmaktadır. Satıcı ve üreticiler bu yolla ellerinde büyük miktarlarda stok tutmayarak sermayeyi doğru kullanabilmekte iken hem gıda depolama hem de gıda bozulma maliyetlerinden de kaçınabilmektedirler (Allinson, 2004: 54).

TKYS tedarik zinciri yönetim stillerinden bir diğeridir. Özellikle tüketicilerin gıda güvenliği ve kalitesine karşı son zamanlarda geliştirdikleri hassas tutum karşısında TKYS

anlayışının kullanım yaygınlığı da artmaktadır. HACCP sistemi son yıllarda bu anlayış çerçevesinde geliştirilmiş bir tür gıda güvenlik ve kalite düzenlemesidir.

Gıda işletmeleri bu ve benzeri yöntemler ışığında lojistik faaliyetlerini organize edebilmektedirler. Fakat kimi büyük ölçekli şirketlerin kendi öz faaliyetlerine odaklanarak üretim süreçlerini geliştirmek, enerji ve yatırımlarını bu yönde değerlendirmek istemeleri, bunun yanında küçük ölçekli şirketlerin lojistik faaliyetlerinden kaynaklı maliyetlerden kurtulma çabasında olmaları, gıda tedarik zinciri içerisinde sadece lojistik faaliyetini yerine getirmek üzere ihtisaslaşmış ve üçüncü parti lojistik firmaları olarak adlandırılan yeni unsurların ortaya çıkmasına imkân sağlamıştır. Lojistik faaliyeti altında ürünün depolanması, taşınması ve elleçlenmesi gibi faaliyetleri yürüten bu firmalar, diğer işletmelerin geniş yelpazedeki ilgili birçok faaliyetlerini dış hizmet sağlayarak yerine getirmektedir. Bu faaliyetler tedarikçi ve müşteri talebi tarafına iki yönlü olarak gerçekleştirilmektedir. Üçüncü parti lojistik firmaları bir taraftan gıda imalatçısının fabrikada ürettiği bitmiş ürününü perakende, noktalarına taşıırken, diğer taraftan müşterisi olan bir süpermarketin raflarını izleyerek stok ve yeniden tedarik süreçlerini yönetebilmektedir (McKinnon, 2004: 166).

Sektördeki yenilikler üçüncü parti lojistik firmalarının da öz faaliyetleri bakımından kendilerini geliştirmeleri için uygun platformun oluşmasını sağlamıştır. Lojistik firmaları sunduğu hizmetlere ilaveten müşterileri için kaynakların, yeteneklerin ve teknolojinin yönetimini de uygulamaya başlayarak yeni bir aşama kaydetmiştir. Bu şekilde faaliyet yürüten lojistik işletmelerine dördüncü parti lojistik firmaları denilmektedir. Dördüncü parti lojistik firmaları müşterilerinin kaynak, yetenek ve teknoloji gereksinimlerine lojistik ve finansal anlamda en uygun çözümü sunacak bir nevi danışmanlık faaliyeti yürütmektedir (McKinnon, 2004: 167).

Gıda sektöründe lojistik faaliyetini dışsal kaynaktan sağlamanın faydaları bulunmaktadır. Lojistik firmaları işletmelerin taşıma maliyetlerinin çok daha altındaki maliyetlerde taşıma gerçekleştirebilmektedir. Taşıma konusunda uzmanlaşmış bu firmalar kamyon, tır, gemi vb. taşıma kaynaklarında yükleme sırasında alanın maksimum seviye de kullanımına özen göstermektedir. İşletmeler lojistik konusunda uzman firmalarla çalışarak, kendi çalışanının düşük hizmet kalitesinden kaynaklı aksaklıklarının önüne geçebilmekte, bir yandan da hizmet kalite ve verimliliğini artırmaktadır. Lojistik firmaları ulaşım ağları doğrultusunda müşterilerinin maliyetli görüp uzak durduğu coğrafik bölgelere ulaşabilmektedir. Birçok farklı müşteri ile çalışıldığından aynı rota üzerindeki birden fazla müşterinin siparişini birleştirebilmektedir. Ayrıca işletmeler taşıma için yatırım yapma gereksiniminden kaçınabilmektedir. Lojistik firmaları arz ve talepte mevsimsel ve dönemlik

dalgalanmaların sıklıkla görüldüğü gıda sektöründe müşterilerine ekstra taşıma ve depolama alternatifi sunarak destek olmaktadır.

Gıda sektöründe ürün ömrü son derece kritik ve risk unsuru taşıyan bir meseledir. Bunun yanı sıra teknolojinin ilerlemesi, taşıma alanında da sürekli olarak donanımın güncellenmesini gerektirmektedir. Gıda lojistiği konusunda uzman firmalar ise bu konuda gerekli yatırımı yaparak yeterli donanımı elde etmektedirler. Bu riskin ortadan kalkması işletmeler için bozulmadan kaynaklı maliyetlerin de ortadan kalkması anlamına gelmektedir (McKinnon, 2004: 173).

Lojistik firmaları taşınacak gıda ürünlerini iki grup altında sınıflandırmaktadır (McKinnon, 2004: 170):

- Taşıma ve depolama sıcaklık derecelerine göre sınıflandırma
 -  -25 °C dondurulmuş gıdalar
 -  +2 °C dondurulmuş hazır tüketime uygun süt ve et ürünleri
 -  +5 °C sebze ve meyveler
 -  Isı kontrolüne ihtiyaç duyulmayan gıdalar
- Elleçleme karakteristiğine göre sınıflandırma: Toplu halde tanker ya da bidonlarda taşınan sıvı gıdalar ya da paketlenmiş ürünler bu sınıf altında değerlendirilmektedir. Genellikle bu ürünler taşıma kolaylığı sağlaması açısından ağaç paletler üzerinde araçlara konulmaktadır.

1.1.5. Gıda Tedarik Zincirlerinde Bilgi Teknolojisi Altyapısı

Bilgi teknolojileri günümüz üretim sistemlerinde maliyetlerin azaltılması ve operasyonel verimliliğinin artırılması hususunda kritik görevler üstlenmektedir. Tedarik zincirleri göz önünde bulundurulduğunda, stok sistemleri ile üretim ve dağıtım faaliyetleri sırasında bilgi teknolojilerine dayalı teknolojik enstrümanların sisteme entegre edilmesiyle bir yandan çevrim sürelerinin, stokların azaltılması, süreçlerdeki verimliliğin artırılması ve buna benzer operasyonel faaliyetlerin iyileştirilmesi sağlanırken, diğer yandan süreçler hakkında elde edilen bilgi vasıtasıyla karar alma ve tahmin konusunda daha rahat ve tutarlı sonuçlara ulaşılabilmektedir.

Tedarik zincirlerinde her bir paydaşın, zincirin toplam katma değerini maksimize edebilmek için üstüne düşen görevi yerine getirmesi gerekmektedir. Tedarik zinciri içerisinde herhangi bir aktördeki aksama zincirin genelinde kamçı etkisi yaratarak bekleme ve verimsizliğe sebep olabilmektedir. Bu konuda tedarikçiler, üreticiler ve dağıtıcıların operasyonlar, stoklar, üretim içi envanterler, yeniden yükleme, elleçleme ve daha birçok

faaliyeti için kullandığı MRP, ERP vb. bilgi teknolojisi ürünlerinin destek etkisi giderek artmaktadır.

Gıda tedarik zincirlerinin ve bağlı oldukları pazarların küreselleşmesi, müşteri trendlerinin farklılaşması, küresel ısınmanın etkisi, yeni teknolojilerin hızlı ortaya çıkması ve bu gibi birçok etken bilgi teknolojilerine olan ihtiyacı artırmaktadır. Pazar ve gıda tedarik zincirlerindeki küreselleşme sonucunda müşteriler ürünün üretildiği yer, üretim aşamaları, ürün bilgileri, ürün ömrü ve daha birçok konuda ürününün izlenirliğine dair pek çok bilgiyi eskisinden çok daha fazla talep etmekte, bu durum sektördeki rekabet düzeyini de çok üst seviyelere çıkarmaktadır. Müşterilerin alışveriş tercihlerindeki değişim de gıda tedarik zincirleri üzerindeki baskıyı artırmaktadır. Özellikle son yıllarda tercih edilen internet üzerinden doğrudan pazarlama hem internet hem de fiziksel imkânlar yoluyla sağlanan çoklu kanallı satış, akıllı teslimat alternatifleri, daha küçük miktarlarda ve daha sık aralıklarla yapılan satın alımlar ve şehirleşme, müşterilerin gıda tedarik zincirleri üzerinde bu baskıyı kurmalarına sebebiyet veren satış trendlerinden birkaçıdır. Gıda kaynaklarının kıtlığı ve gıda tedarik zincirlerinin bu yöndeki toplumsal sorumluluğu, gıda tedarik zincirlerinin gereksiz kullanımlarını mümkün olabildiğince azaltarak kaynak israfının önlenmesine katkı sağlamasını gerektirmektedir. Müşteriler ise ihtiyaç duydukları gıdanın, gıda güvenilirliği esaslarına uygun, en taze ve en hızlı şekilde temin edilebilir, çeşitli satış kanallarından satın almaya müsait durumda olması beklentisi içerisindeyler. Tüm bu unsurlar göz önüne alındığında operasyon verimliliğinin önemi ortaya çıkmaktadır (Pramatari, 2016: 184).

Bilgi teknolojileri, gıda tedarik zincirlerinin ihtiyaç duyduğu bilgi altyapısının kurulmasına ve bu yolla karar verme mekanizmasının esnek bir yapıya kavuşturulmasına yardım etmektedir. Bu altyapının temelinde sensörler, RFID, barkod okuma, nesnelerin interneti, büyük veri gibi son dönemde ürün izlenirliğine imkân sağlayan teknolojik gelişmeler bulunmaktadır.

Genel olarak gıda tedarik zincirleri içerisinde bilgi teknolojilerinin üç önemli rolü olduğu görülmektedir. İlki RFID teknolojisi sayesinde ürün tanıma ve ürün izlemeye dayalı faaliyetlerin kontrolü, ikinci rol ürünlerin dağıtımı ya da ihtiyaç duyulan hammaddenin tedarikindeki ulaştırma ve taşımadan kaynaklı karbon salınımının izlenmesi, sonuncusu ise gıdaların şehir içi müşteriye ulaştırılması sırasındaki lojistik faaliyetlerin koordinasyonudur.

RFID teknolojisi, envanter yönetimi, raf yönetimi, tüketiciye yönelik uygulama ve tutundurma faaliyetlerinin yönetimi, alıcı-satıcı koordinasyonu vb. gıda üretim ve hizmet uygulamasına hem ürünün izlenmesi hem de ürün bilgilerinin saklanması açısından dayanak teşkil etmektedir. Ürüne yerleştirilen çip ve çipe bağlı anten sayesinde ürünün üzerinde pek

çok bilgi dijital olarak saklanabilmektedir. RFID, radyo frekansları sayesinde ürünün otomatik tanınmasını ve geçirdiği üretim süreçleri hakkında ürüne dair bilgilerin güncellemesinin yapılmasını sağlamaktadır. Ürün üzerindeki çip daha çok bilgi tutabilme, kolay tespit edilme ve izlenilme özellikleri sebebiyle barkodların yerine tercih edilmektedir.

Gıda tedarik zincirlerinin her ne kadar amacı paydaşlarına ekonomik değer yaratıp karlılığı artırmak olsa da bu organizasyonların çevresel ve toplumsal amaçlara da hizmet etmesi beklenmektedir. Enerjinin giderek azalması nedeniyle maliyetinin artması, çevresel ısınma ve toplumların çevresel bilinçlerinin artması gıda tedarik zincirlerinin faydalandığı kaynakların ve çevrenin korunması hususundaki performansının iyi yönetilmesini gerektirmektedir. Daha çevreci ulaşım alternatiflerinin seçilmesi, çevreye duyarlı ürün ve ürün ambalajlarının kullanılması, çevreyi kirletici üretim süreçlerinden kaçınılması, daha temiz araç-gereçlerin kullanılması gibi tercihler çevreci yönetim stratejileri doğrultusunda gündeme gelmektedir. Bilgi teknolojileri, kullanılan enerjinin takibi ve faaliyetlerden kaynaklı karbon salınımının gözlenmesi fonksiyonlarını yerine getirerek çevresel stratejilere destek olmaktadır. Bir başka açıdan bakıldığında, tüketicilerin çevreci tutum sergilemeleri ve özellikle de gıda işletmelerinin bu tutumun geliştirilmesi yönündeki pazarlama faaliyetleri ayrı bir satış fırsatının doğmasına sebebiyet vermektedir. Gıda işletmeleri bilgi teknolojisi vasıtasıyla, ürettikleri ürünün sebep olduğu karbon salınımı miktarını ölçerek çevre hassasiyeti olan müşterilerine düşük karbon salımlı ve çevreci ürünleri pazarlama fırsatına sahip olmaktadır.

Son olarak, şehirleşmenin gıda tedarik zincirleri üzerinde giderek artan bir performans baskısı bulunmaktadır. Bu baskı hem etkin bir yönetim tarzını hem de paydaşlar arasında etkili iş birliğini gerekli kılmaktadır. Gıda tedarik zincirlerinin şehirleşme tarafında esas yoğunlaştığı konunun gıda taşıma mesafesi olduğu görülmektedir (Pramatari, 2016: 195). Şehir içi gıda taşımacılığında küçük ölçekli yük, sık sık tekrarlanan yükleme ve boşaltma faaliyeti, araçların düşük kapasiteleri gibi içsel değişkenlerin yanı sıra trafikteki tıkanıklık, kuralların sık değişimi, karbon salınımı, gürültü vb. çevresel olumsuz faktörler, kazalar gibi dışsal değişkenler ilgili maliyetlerin sebep olmaktadır. Tüm olumsuzlukların üzerinden gelmek sadece gıda tedarik zincirleri paydaşlarının değil aynı zamanda ilgili otorite ve düzenleyicilerin de uğraştığı bir konudur. Üretim işletmeleri söz konusu sorunsal karşısında lojistik firmalarıyla çalışarak maliyet avantajı elde edebilmektedirler. Hazır gıda daha küçük ölçekli siparişler alan gıda işletmeleri ise teslimat için motorlu ya da bisikletli kuryeler veya şehrin en işlek noktasında kurulan teslimat noktaları gibi çeşitli operasyonel stratejileri benimsemektedir.

Gıdalar, özellikleri bakımından diğer ürünlerin taşınmasından farklı prosedürlere ihtiyaç duymaktadır. Gıdaların taşınması sırasında izleme kriterleri, özellikle diğer yiyecek ürünleri ile koku ve aroma karışmasını engellemek için her bir yiyeceğin ayrı taşınma kısıtları, sıcaklık değişiminden etkilenmesini engelleyecek iklimlendiricili araçlara ihtiyaç duyulması gibi birçok faktörün özellikle şehir içi gıda taşımacılığında göz önünde bulundurulmasını gerektirmektedir. Tüm bu faktörlerin bir arada ele alınarak müşteriye ürünün en efektif şekilde ulaştırılmasını sağlayacak karar destek sistemleri için bilgi teknolojisi altyapısının kurulması gerekmektedir. Bilgi teknolojisi sistemi taşınan gıda ürününün olması gereken sıcaklık, teslimat yeri, yükleme ve boşaltma zamanları gibi bilgilerin gerekli paydaşlarla paylaşımını sağlayarak verimliliğin artırılmasına katkı sağlamaktadır.

1.1.6. Gıda Sektöründe Gelecekte Ortaya Çıkacak Gelişmeler

Gıda ulaştırma ve tazelik koruma teknolojileri sayesinde günümüzde dünyanın çok farklı bölgelerinden tedarik edilebilen emtia ürünleri haline gelmiştir. Bu sebeple uluslararası büyük gıda tedarik zincirleri artık küresel aktörlerden oluşmaktadır. Üretici ve satıcılar böylesi bir yapıya ayak uydurmaya çalışırken, tüketiciler küresel düzenden çok yerel, geleneksel ve sezonluk gıdalara ilgisini yöneltmeye başlamıştır. Küresel gıda tedarik zincirlerinde maliyet ve ürün ömrü gözetilerek büyük miktarlarda üretim söz konusu iken tüketicilerin yerel tüketime yöneldiği durumda gıda imalatçılarının üretim gerekliliklerini de değiştirmesi gerekmektedir. Hughes (2004: 113) tüketicilerin ve medyanın yerel kaynak tüketim eğiliminin arkasındaki faktörleri şu şekilde ifade etmektedir:

- Nükleer kirlilik gibi kendi kontrolleri dışındaki çevresel hadiselerden etkilenme
- Nüfusu yaşlanan ülkelerde geleneksel ve sezonluk yiyeceklere özlem
- Yiyeceğin yakıttan daha önemli olması dolayısıyla yiyeceğin taşınması çevreyi kirleteceğinden yerel yiyeceklerin tercih edilmesi
- Küresel gıda güvenliğiyle ilgili endişelerden dolayı tüketicinin bildiği yerel yiyeceklere yönelmesi
- İnsanların yerel, bölgesel ve geleneksel yiyecekleri boş zamanlarında eğlence olarak satın alma eğiliminde olmaları
- Yemek programları ve yemekle ilgili makalelerin yazılı ve görsel medya tarafından teşvik edilmesi
- Aile bütçesi içerisinde gıda harcamalarının nispeten daha düşük yer kaplaması.

Tüketici istekleri gıda tedarik zincirleri bünyesindeki aktörlerin yönetsel anlamda yeni tekniklere ihtiyaç duymasına sebebiyet vermektedir. Gıda tedarik zincirindeki birçok şirket yeni ürün geliştirme, stok seviye kontrolü, ikmal vb. faaliyetlerindeki etkinliğini geliştirmeye odaklanmaktadır. Tedarikçi ile satıcı ya da üretici arasındaki iş birliğinin gelişmesi tedarik zincirindeki tüm süreçlerin etkinliğinin artmasına katkı sağlamaktadır. Sipariş tabanlı satış ve fabrika çıkışı fiyatlandırma gibi yöntemler bu iş birliğinin sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu yöntemler rutin haftalık ya da dönemlik olarak toplu siparişlerin yerine anlık siparişe göre gerçekleşecek ikmal davranışını benimsemektedir. Bu yolla üretim, tedarik ve taşıma faaliyetlerindeki verimlilik artırılmaktadır. Fabrika çıkışı fiyatlandırma yönteminde perakendeci ürünün fabrika çıkışı taşıma maliyet ve risklerini üstlenmektedir. Büyük miktarlarda sipariş veren perakendeciler bu yolla sipariş planlarını ve taşıma maliyetlerini iyileştirebilmektedir. Rafların teknolojik altyapıyla desteklenmesi sonucu sürekli kontrol altında olması sayesinde anlık sipariş verileri düzenli olarak elde edilebilmektedir. Ayrıca bu teknolojik altyapı raflardaki ürün bilgisini içeren etiketlere anlık fiyat değişimlerinin yansıtılmasına imkân vermektedir. Öyle ki günümüzde tarama teknolojisinin geldiği nokta gıda tüketicilerine benzer faydalar sunmaktadır. Tüketiciler cep telefonu ya da tabletinde yüklü olan tarama uygulaması sayesinde ürünle ilgili ayrıntılı bilgileri anında görüntüleyebilmektedirler. (Dawson, 2004: 133).

Üretim sistemleri her ne kadar işletmelerin ekonomik amaçlarına hizmet etse de kaynakların giderek azalması, nüfusun ve kirliliğin artması sonucunda bu sistemlerin sosyal, toplumsal ve çevresel hassasiyetlere dikkat etmesi gerektiği fikri gelişen ve gelişmekte olan toplumlarda ağırlık kazanmaya başlamıştır. Atıklar, oluşumu önlenemeyen ve toplum tarafından istenmeyen varlıklar olarak algılanmaktadır. Tedarik zincirlerinin hemen hemen her safhasında, üretim depolama ve taşıma faaliyetlerinde atık oluşumu kaçınılmazdır. Modern tedarik zincirlerinde atıkların, artık kurtulmak gereken bir varlıktan ekonomik katkısı olan bir değer haline geldiği söylenebilir. Böylesi bir değer yeşil tedarik zincirleri ve kapalı döngü tedarik zincirleri yoluyla elde edilebilmektedir.

Yiyecekler kolaylıkla atık haline gelebilen ve israf edilmeye yatkın ürünlerdir. Modern gıda tedarik zincirlerinde, tersine ve çevreci bir sürecin ele alınması hem maliyetlerin azaltılması hem de rekabet avantajı için gerekli hale gelmektedir. Dolayısıyla gıda sektöründe yeşil gıda tedarik zinciri ve kapalı döngü gıda tedarik zinciri uygulamalarının artacağı öngörülmektedir. Yeşil gıda tedarik zincirlerinde tüm paydaşlar faaliyetlerini sıfır atık hedefi doğrultusunda organize etmektedirler. Kapalı döngü gıda tedarik zincirlerinde de atık niteliği taşıyan ürünlerin öncelikle hala kullanılabilir olanları ayrıştırılmakta, kalanlar ise gübre ve

hayvan maması gibi ürünlere dönüştürülmektedir. Bu yolla sıfır atık hedefi doğrultusunda hem çevreci hem de ekonomik kazanımlar elde edilmektedir.

İletişim teknolojileri ve internetin yaygınlaşması gıda tedarik zincirleri arasında dijital bir iletişim platformunun kurulmasına olanak sağlamaktadır. Bu yolla gıda tedarik zinciri içerisinde aralarında tedarikçi-müşteri ilişkisi olan unsurların sektör içerisindeki rekabet avantajı artmaktadır. İnternetin gıda tedarik zinciri açısından sunduğu fırsatların bir kısmına aşağıdaki örnekler verilebilir (Bourlakis ve Bourlakis, 2004: 228):

- Müşterilerin rahatça inceleyebileceği çevrimiçi perakendeci kataloglarına erişim.
- Müşteri şikâyet ve sorgularının verimli olarak değerlendirilmesi ve diğer ülkelerdeki müşteri siparişlerinin hızla alınması.
- Demiryolu, hava veya kara yoluyla taşınan gönderilerin anlık takibinin sağlanması, yükleme ve teslimatlarının programlanması.
- 7 gün-24 saat müşteri hizmetlerinin sunulması ve dünya çapındaki tedarikçilerle iletişim sağlanması.

Bilgi altyapısı ve bilgi teknolojilerinin gelişmesi gıda tedarik zincirlerine esneklik ve verimlilik kazandırmaktadır. Bu teknolojik gelişme sayesinde aynı zincir içerisindeki işletmeler birbirleri ile iletişim halinde kalıp siparişlere dair bilgi paylaşımı yaparak hem daha hızlı hem de daha kaliteli ürünler üreteceklerdir. Bilgi paylaşımının yapıldığı gıda tedarik zinciri içerisindeki şirketlerin kazanacağı faydalar aşağıdaki şekilde özetlenebilmektedir (Pramatari, 2016: 198):

- Gıda tedarik zinciri boyunca mümkün olabildiğince akışlar birleştirilerek ilgili maliyetler azaltılabilir. Ayrıca, bilgi doğrultusunda satıcı ve alıcı arasında eşleştirme yapılarak farklı gıda tedarikçilerinin aynı perakendeciye, yine farklı yerel üreticilerin ya da çevrim içi satıcıların ilgili müşterilere erişimi sağlanabilir.
- Bilgi teknolojisi altyapısı ile belirlenen strateji ve eylem planlarına dair karşılaştırmalı analizler, finansal değerlendirmeler, benzetim ve alternatif politikalar uygulanarak bu uygulamaların çevre, toplum ve ekonomiye etkileri ölçülebilir.
- Bilginin paylaşılması gıda tedarik zinciri paydaşlarının lojistik yönetimine katkı sağlayacaktır.

1.2. Gıda Atık Yönetimi

Gıda tedarik zincirleri, müşteri gıda ve hizmet ihtiyaçlarını mümkün olabilecek en düşük maliyetle gerçekleştirip, zincir boyunca katma değer sağlayan şirketlerin oluşturduğu topluluktur. Bu birliktelik, üretim ve taşıma imkânlarının teknoloji ve deneyimle çok ileri

noktalara gelmesinin sayesinde küresel ölçekte büyümeye başlamıştır. Nüfusun sürekli artması gıda tedarik zinciri ağının sürekli genişlemesine, artan nüfusu doyurmak geniş çaplı gıda tedarikine sebep olmaktadır. Dünyanın farklı bir coğrafyasında üretilen bir gıda ürünü bir başka bölgeye taşınıp işlenebilmekte ve işlenmiş gıda çok farklı yerlerdeki insanlara ulaştırılabilmektedir. Gıda üretiminin merkezileşmeyip bu şekilde küreselleşmesi ve tüketimin belki de gereğinden fazla artması gıda kaybı ve gıda atığı oluşumunu artan ivmeyle tetiklemektedir. Tüm gıda tedarik zinciri birlikte ele alındığında gıda kaybı ve gıda atığını azaltacak stratejiler geliştirdikten sonra bu stratejilerin tedarik zincirindeki aktörlerce benimsenmesi için stratejilerin karları artıran ya da maliyetleri azaltan bir katkı sunması gerekmektedir. Gıda endüstrisinde kitle üretiminin artması her geçen zaman çevreye daha çok zarar vermektedir.

Gıda tedarik zincirinde karşılaşılan gıda kaybı ve gıda atığı problemi süreci, tarımsal üretim ile başlayıp, hane halkı tüketimi ile son bulmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında gıda kaybı incelendiğinde, gelişmiş ülkelerde bu oranın çok daha yüksek olduğu görülmektedir. FAO (2011:1) tarafından yayımlanan bildiride, Avrupa ve Kuzey Amerika'da kişi başına ortaya çıkan gıda atığının 95-115 kg/yıl olduğu, buna karşın Sahra-altı Afrika ve Güney/Güneydoğu Asya'da bu oranın 6-11 kg/yıl olduğu tahmin bildirilmiştir.

FAO (2011:2) gıda kaybını, gıdanın miktar ya da kalitesinde azalma gözlenmesi, insanların tüketimine sunulan tarımsal veya hayvansal ürünün tamamının tüketilmemesi, bir başka ifadeyle gıdanın besin değeri, ekonomik değeri veya gıda güvenliğinden etkilenen kalite kaybı olarak tanımlamaktadır.

Gıda kaybının önemli bir bölümü gıda atığıdır. Gıda atığı, gıdanın kullanılmadan atılması ya da insan kullanımına uygun olduğu halde alternatif kullanımlarının tercih edilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Gıda atığının bir diğer nedeni çeşitli ihmaller sebebiyle gıdanın kullanım ömrünün sona ermesi ve bozulmaya başlamasıdır.

Düşük gelirli ülkelerde, genel olarak hasat, depolama, taşıma, işleme, soğutarak taze tutma, paketlenme, pazarlama vb. üretim faaliyetlerindeki düşük yönetimsel ve teknik beceri sebebiyle gıda kaybı oluşabilmektedir. Bunun yanında ülkelerin ve coğrafyaların kendine has kültürel ve sosyal şartları da gıda kaybı üzerinde etkili olabilmektedir.

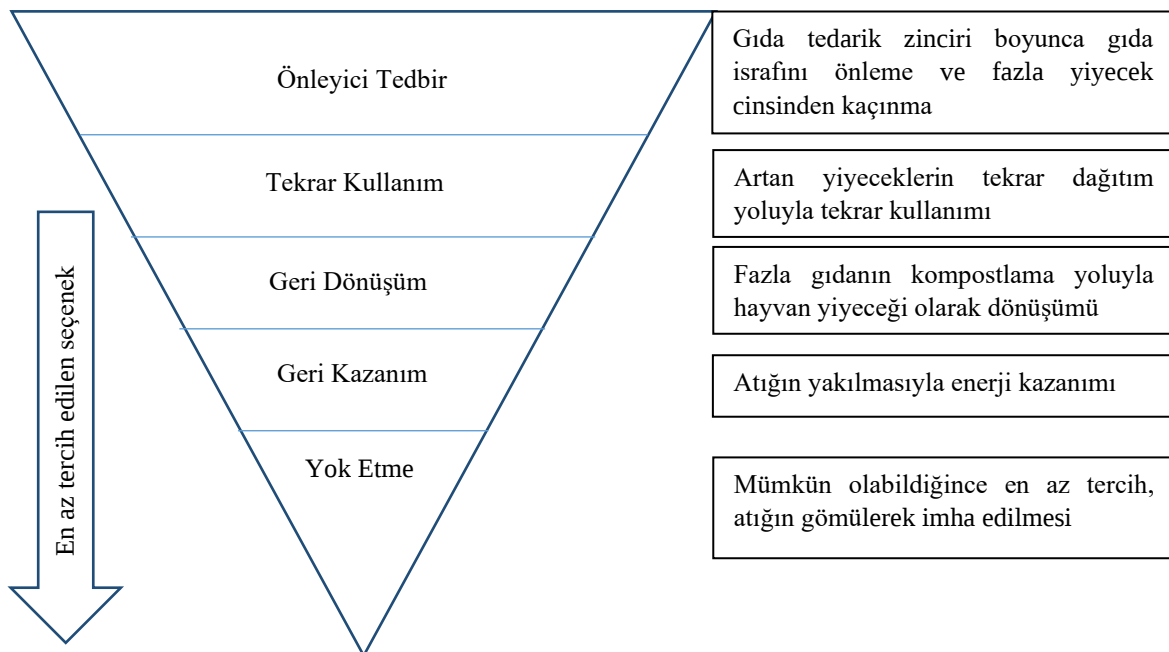
Orta ve yüksek gelirli ülkelerde ise gıda atığının temel sebebinin müşteri tüketimi kaynaklı olduğu belirlenmiştir. Buradan hareketle gıda tüketimi üzerine çeşitli politika ve düzenlemeler getirilmesi gerekmektedir. Özellikle gıda güvenliği ve kalite standartlarında yapılacak düzenlemeler, gıda tedarik zinciri içerisinde değer görmeyen, satılacağı

düşünülme, tüketime uygun bulunmayan fakat hala tüketilir durumdaki birçok yiyeceğin ayıklanarak tekrar değerlendirilmesini mümkün kılacağı düşünülmektedir.

Tedarik zincirlerinin satın alım aşamasındaki yetersiz planlama ve gıda ürünlerinin yanlış kullanımından dolayı kullanım ömürleri aşıl原因 yiyecekler de istenilmeyen gıda atığına dönüşmektedirler. Gıda kaybının azaltılması yönündeki girişim, gıda tedarikinde daha yüksek verim, daha az depolama ihtiyacı, daha kısa taşıma mesafesi ve daha az enerji kaybına sebebiyet verecektir. Küresel ölçekte boşa harcanan veya kaybedilen gıda değerinin 1 trilyon \$ olduğu tahmin edilmektedir (FAO, 2015: 3; Govindan, 2018: 420).

Gelişmiş ülkelerde gıda atıkları gittikçe daha büyük sorun haline gelmektedir. Zira bu toplumlarda yüksek şehirleşme oranı, süpermarket zincirlerinin yayılması, yaşam şartları ve beslenme alışkanlıklarının değişmesi, dolaylı yollardan gıda atığının artmasına neden olmaktadır.

Gıda atığının önüne geçmenin en kolay yolu, atığa kaynağında müdahale etmek olacaktır. Bu şekilde oluşan atık hayvan yiyeceği olarak yeniden kullanılabilir veya gübre vb. maddelere geri dönüşüm malzemesi sağlamak için değerlendirilebilir. Atığın bu gibi yöntemlerle değerlendirilmesi hem ekonomik olarak maliyet azaltımına hem de çevre duyarlılığına katkı sağlamaktadır. Şekil 1. 5'te gıda atığının oluşma hiyerarşisi ve atığın oluşmasına engel teşkil edebilecek çözüm önerileri yer almaktadır (Balaji ve Arshinder, 2016: 155).



Şekil 1.5 Gıda atık hiyerarşisi

Kaynak: Balaji ve Arshinder, 2016: 155

Gıda atığının iklim değışikliğı, su ve kaynak kıtlığı vb. çevresel zararlarının yanında dikkate alınması gereken olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Kullanıma uygun gıdanın atılması gıda tedarik zincirindeki tüm paydaşları etkilemektedir. Dolayısıyla kişileri doyurmak için var olan enerjinin üretime harcanması yanlış bir strateji olacaktır. Bunun yerine enerjinin işleme, aktif tüketim ve geri dönüşüm operasyonlarına ayrılması gıda verimliliğini artıracaktır. (Kosseva, 2013)

Avrupa genelinde yapılan araştırmalarda (Rayner vd., 2008) gıda krizinin ortaya çıkmasında iki temel etken göze çarpmaktadır. Bu etmenlerden ilki çevredir. Turfanda sebze-meyvenin dışarıdan temin edilmesi ve sezonunda olmayan sebze-meyveye olan talep artışı, sebze-meyvenin iklimlendirilmiş koşullarda bir başka deyişle soğuk hava depoları ve soğutuculu araçlarda depolanmasını ve taşınmasını gerektirdiğinden ilgili maliyetleri orantısız artırmaktadır. Soğutma işlemi fazladan enerji ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Aynı zamanda bu yiyeceklerin paketlenme işlemi için gerekli paket malzemeleri de hem maliyetleri artırırken hem de ambalaj atığı olarak çevreye zarar vermektedir. Daha fazla gıda üretimi daha fazla çevresel maliyete sebebiyet vermektedir. İkinci etmen ise kültürdür. Avrupa toplumunda yiyecek seçimi üç gerekçeyle yapılmaktadır: Yiyecek, tadı, kokusu ve görünümüyle bir keyif alma aracı olarak görülmektedir. Yiyecek fiyatlanabilen, kullanım kolaylığı sağlayan bir tür araçtır. Yiyecek, sağlık için gereklidir. Laufenberg vd. (2003: 168) gıda üretiminde farklı amaçları bir araya getiren bir kavram önermişlerdir. Bütünsel yaklaşım olarak ifade edilen bu kavram, ürün geliştirme ve gıda üretiminde en iyi kalite ve en verimli üretim amaçlarını çevresel hassasiyetle birleştirerek gerçekleştirmeyi amaçlamaktadırlar. Yaklaşım, gıda atığının azaltılmasının ekolojik ve ekonomik açıdan da karlı olduğunu vurgulamaktadır.

Gıda tedarikinin artması iki büyük sorunu beraberinde getirmektedir. İlk karşılaşılan sorun, ucuz ve ulaşılabilir gıda sebebiyle insanlar daha çok yiyecek tüketerek obezite problemi yaşamakta bu da halkın sağlık durumunu etkilemektedir. Bir diğer sorun, ihtiyaç fazlası yiyecek gıda atığına dönüşmekte bu durum ise toplumda çevre, kaynaklar ve verimlilik üzerinde negatif tepkilere sebep olmaktadır. Çevrenin özellikle tarım arazilerinin yeterince korunamaması ürün hasadını düşürmektedir. Gıda atığının aynı ivme ile artarak devam etmesi durumunda, tarım arazilerinin bozulması ve ormanlık alanların daraltılmasının da etkisiyle iklim değışikliğı, su kıtlığı, haşerelerin yaygınlaşması ve tarım arazilerinin verimsizliği gibi sorunların baş etmesi zor noktalara gelebileceğı düşünülmektedir.

Gıdanın üretilmesi ve işlenmesindeki verimsizlikler, üretilen gıdanın orantısız dağıtılması, gıda kültürünün ürün pazarlarınca bozulması sosyal çatışmalara, eşitsizliklere ve toplum sağlık durumunun bozulmasına kadar varan sorunların başlangıcı olabilmektedir. Gıda

fiyatlarının artmasının, günlük kazancının büyük çoğunluğunu gıda harcamalarına ayıran insanların bulunduğu düşük gelirli ülkelerde gıda krizi yaratması muhtemeldir. Bu durumda gıda tedarik zincirlerinden birtakım sorulara cevap vermesi beklenmektedir. Bunlar: Geniş nüfusun yiyecek ihtiyacı yeterince ucuz ve tercih edilebilir şekilde nasıl ayarlanabilir? Gıda üretimi bu koşullar altında gelecek nesillerin de ihtiyaçları göz önünde bulundurularak nasıl doğal ve çevresel olarak gerçekleştirilebilir? Konu hakkında yapılan araştırmalarda, gıda üretiminde sürdürülebilirlik ve verimlilik esaslı uygulamalara yer verilmemesinin, gelecekte çevresel dengedeki bozulmayla gıda fiyatlarında belirsizliğe ve aşırı pahalılığa neden olabileceği tartışılmaktadır (Kosseva, 2013).

1.2.1. Gıda Atığı Oluşum Aşamaları ve Sebepleri

Gıda kaybı yarattığı ekonomik zararın yanı sıra su, arazi, enerji vb. kaynakların da israf edilmesine neden olurken tüketilmeyip çevreye bırakılan yiyecekler de karbon salınımını artırmaktadır. Gelişmiş ülkelerde gıda tedarik zincirinin işleme, dağıtım ve tüketim aşamalarının yarattığı gıda atığının karbon salınımına yaklaşık üçte bir oranda katkı verdiği tahmin edilmektedir (Garnett, 2011: 23; Aschemann-Witzel vd., 2015: 6458). İklim değişiklikleri üzerinde böylesi bir etkiye sahip gıda sektörü, kaynakların verimli kullanılmasına ihtiyaç duymaktadır. Gelişmiş ülkelerin sahip olduğu teknolojik altyapı, donanım ve tecrübe sayesinde gıda kaybının daha az görülmesinden dolayı, bu ülkelerde odaklanılması gereken asıl konu gıda atığıdır.

Gıda güvenliğini artırmanın en önemli yolu gıda kaybı ve gıda atığını azaltıcı önlemler almak, bu hedefe uygun yatırımların yapılmasını teşvik etmektir. İsveç Gıda ve Biyoteknoloji Enstitüsü gıda kaybı/atığını bitkisel ve hayvansal olmak üzere iki ana başlık altında oluşturduğu safhalara göre sınıflandırmaktadır (FAO, 2011: 2-3).

1.2.1.1. Bitkisel Ürünlerin Üretim Süreçlerindeki Atık Oluşum Safhaları

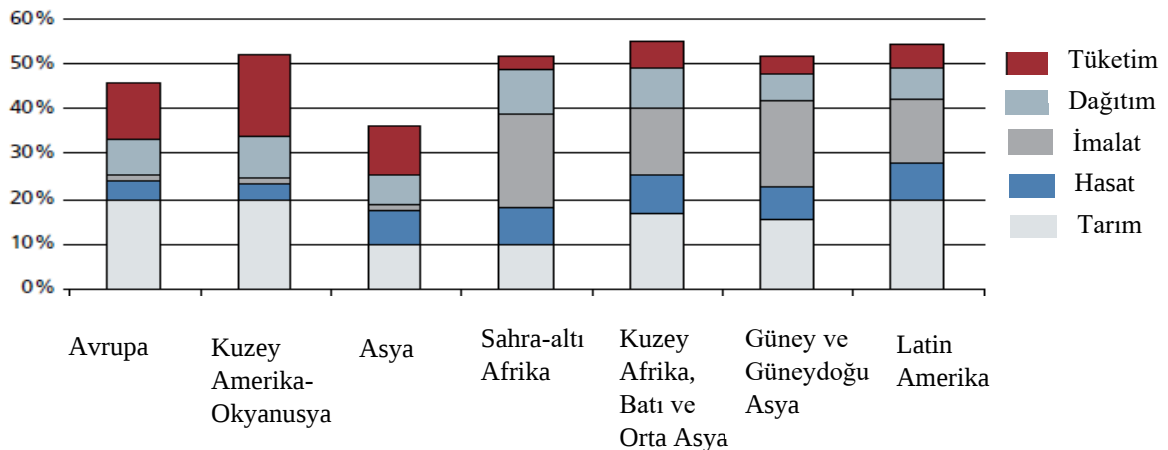
- Tarım: Hasat veya toplama operasyonları sırasındaki kayıp veya atık.
- Elleçleme ve depolama: Ürünlerin sınıflandırılması, derecelendirilmesi için yapılan ayıklama işleminde veya depolama ve taşıma süreçleri sırasında ortaya çıkan atık.
- İşleme: Üründen başka bir yiyecek ürünü elde etme veya ürünü kullanılabilir forma getirme işlemi sırasında ortaya çıkan gıda kaybı ve atığı. Bu atıklar yıkama, doğrama, kaynatma gibi yemek yapma işlemleri veya üretim sürecinde yaşanan aksaklık, duraklama veya kazalardan kaynaklı olabilmektedir.

- Dağıtım: Tedarik zinciri içerisinde perakendeci, toptancı, süpermarket vb. dağıtım birimlerinde görülen bitkisel gıda atıkları.
- Tüketim: Son tüketicinin ortaya çıkardığı bitkisel gıda atığı.

1.2.1.2. Hayvansal Ürünlerin Üretim Süreçlerindeki Atık Oluşum Safhaları

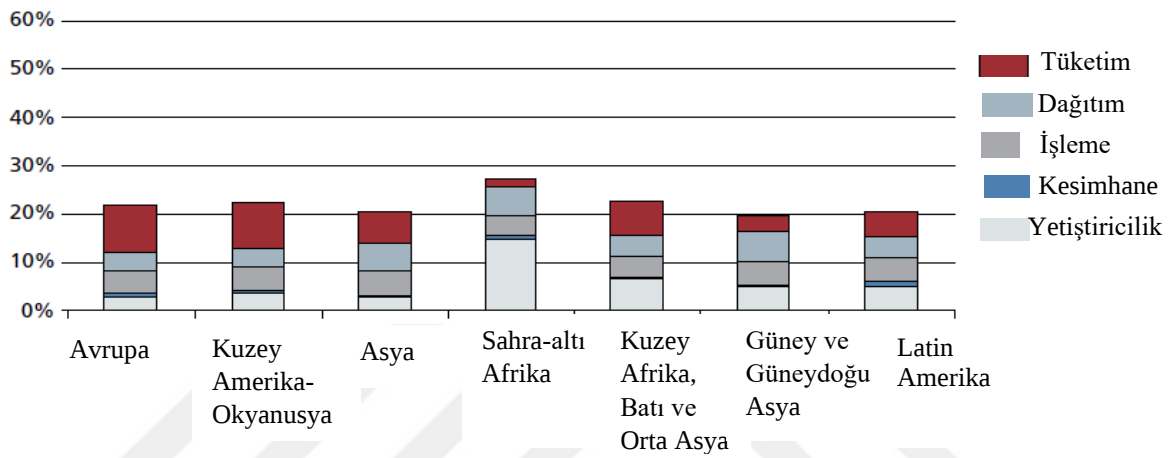
- Yetiştiricilik: Küçükbaş, büyükbaş ve kümes hayvanlarının beslenildiği sırada ölmesi, sütün ineğin hasta olduğu dönemde elde edilmesi sonucu ortaya çıkan gıda atığı.
- Elleçleme ve depolama: Kırmızı ve beyaz et elde edilecek hayvanın kesimhaneye taşınması sırasındaki ölümü, etin ve sütün buzlama, paketlenme vb. faaliyetler sırasındaki bozulması sonucu ortaya çıkan gıda atığı.
- İşleme: Kırmızı ve beyaz etin kesimi ve endüstriyel işlenmesi sırasında dökülmesi, balığın konserve vb. işleme sırasındaki kaybı.
- Dağıtım: Tedarik zincirinin alt birimlerindeki hayvansal gıda atıkları.
- Tüketim: Son tüketicinin ortaya çıkardığı hayvansal gıda atığı.

Dünya genelinde bakıldığında gıda üretim çevrimi içerisinde farklı safhalarda gıda kaybı ve gıda atığı oluşumu gözlemlenmektedir. Özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde bu safha farklılaşabilmektedir. Gelişmiş ülkelerde teknolojik donanım ve altyapının gelişmesi üretim ve dağıtım süreçlerinde gıda kaybının en asgari düzeyde tutulmasına yardımcı olmaktadır. Atık ve israf oluşumu bu ülkelerde bolluk, tüketim kültürü ve oldukça sınırlandırılmış kalite beklentilerinden dolayı tüketici safhasında gerçekleşmektedir. Fakat gelişmekte olan ülkelerde bu tablo biraz farklılaşmaktadır. Şekil 1.6.'da bölgeler ölçeğinde sebze-meyve gıda kaybı ve gıda atığının oluştuğu süreçler aşağıdan yukarıya doğru sırasıyla (tarım, hasat, imalat, dağıtım, tüketim) yer almaktadır (FAO, 2011: 8). Görüleceği üzere tüm bölgeler baz alındığında sebze-meyve atığı büyük oranda hasat sonrası gerçekleşmektedir.



Şekil 1.6 Farklı bölge ve farklı süreçlerde ortaya çıkan sebze-meyve gıda kaybı ve atığı yüzdesi

Benzer yorumları et gıda kaybı ve gıda atığı türevleri için de yapmak mümkündür. Şekil 1.7’de et gıda kaybı ve gıda atığının oluştuğu süreçler aşağıdan yukarıya sırasıyla (yetiştiricilik, kesimhane, işleme, dağıtım, tüketim) yer almaktadır (FAO, 2011: 8). Sadece Sahra altı bölgesinde hayvan yetiştiriciliği aşamasında et kaybının yaşandığı görülmektedir. Bu durum belki de bölgede su kaynaklarının yetersizliği ile açıklanabilir. Özetle, Şekil 1.6 ve Şekil 1.7’de sergilenen durum, aslında gıda atığı ve gıda kaybını önleme çabalarının imalat, dağıtım ve tüketim süreçlerinde yoğunlaşması gerektiğini ifade etmektedir. İlgili süreçleri iyileştirme çabaları gıda israfının azaltılmasına doğrudan katkı sağlayacaktır.



Şekil 1.7 Farklı bölge ve farklı süreçlerde ortaya çıkan et gıda kaybı ve atığı yüzdesi

1.2.1.3. Gıda Kaybı ve Gıda Atığının Nedenleri

Yiyeceklerin hasat ile başlayıp tüketim ile sonlandığı süreçler içerisinde, gıdanın kaybı ve israftan kaynaklı atık oluşumu hemen hemen her safhada görülebilmektedir. FAO (2011: 10-14) gıda atığına sebep olan faaliyetleri aşağıdaki gibi sıralamaktadır:

- İhtiyaçtan fazla üretim: Piyasa şartları tam olarak oluşmadığından üreticiler ortalamanın üzerinde ürün üreterek kendilerini garanti altına almak istemektedirler. Bunun sonucunda üretim fazlası gıdanın çöpe gitmesinin yanında arz fazlasından dolayı ürünün ekonomik karşılığı da düşmektedir.
- Ürünlerin erken hasadı: Üreticiler bazen nakit akışından kaynaklı bazen de piyasaya erken ürün sokma isteğiyle erken hasat gerçekleştirebilmektedir. Fakat bu durum ürünün besin değerini düşürebildiği gibi, ürünün standartlarına ulaşamamasından dolayı tüketilmemesine ve atık olarak israf edilmesine sebebiyet vermektedir.
- Ürüne konulan yüksek kalite standartları: Ürünün şekil, ağırlık ve görsel özellikleri belli bir standart doğrultusunda ele alınmaktadır. Elleçleme sonunda bu standarda uymayan ürünler kabul edilmediğinden kullanım dışı atığa dönüşmektedir.

- Depolama tesisi yetersizliği: Taze sebze, meyve ve etin iklimlendirilmiş koşullar altında belirli bir süre taze tutulabilmesi için uygun tesislere yanı sıra taşıma operasyonları için soğutuculu araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Aksi takdirde ürünler kullanım ömrü sonunda bozularak atığa dönüşmektedir.
- Tüketime uygun olmayan güvensiz gıdalar: Gıdaların üretimi ve depolanması sırasında kullanılan toksin içeren böcek ve tarım zehirleri, hormon ve uyuşturucu etkili hayvan ilaçları vb. maddeler gıdaları güvensiz hale getirmektedir. Ayrıca depolama sırasında antihijyenik, yetersiz iklimlendirme gibi ortam koşulları da gıda güvenliğine olumsuz etki etmektedir.
- Fazla gıdayı yok etmenin yeniden kullanımdan daha ucuz olması: Genellikle gıda endüstrisinde talebi karşılayabilmek ve yok satmayla karşılaşmamak için ortalama talebin üzerinde üretim gerçekleştirilmektedir. Bunun yanı sıra doğrama, pişirme doğrama gibi yemek üretim süreçlerinde yanlış uygulamalardan dolayı ortaya çıkan ürünün görünümü ve tadı uygunsuz hale gelebilmektedir. Bu gibi durumlarda eldeki fazla gıda ürünü yok etme işlemine tabi tutularak atık haline getirilmektedir.
- Gıda işleme tesislerindeki kapasite yetersizliği: Özellikle gelişmekte olan ülkelerde gıda üretimi sezonluk olduğundan dolayı ürünün gıda işleme tesisine getirilmesi bu dönemleri kapsamaktadır. Sezonun dışındaki dönemlerde bu tesislerin atıl kalması yatırım açısından cazip değildir. Bu durumdan dolayı sezonda tesislerin işleme kapasitelerinin üzerindeki gıda ürünü fazlası atığa dönüşmektedir.
- Marka çeşitliliği: Süpermarketler tüketici alışkanlıkları ve beklentilerinden dolayı raflarında aynı üründen birkaç marka bulundurmak zorunda kalmaktadır. Ayrıca tüketicinin bir diğer beklentisi de rafların her daim dolu tutulmasıdır. Süpermarketler, tüketicilerin bu istekleri karşısında raflarında çok sayıda markadan gereğinden fazla miktarda ürün bulundurmaktadır. Satılmayan ürünlerin kullanım ömrü geçtiğinden dolayı atık oluşumu gözlenmektedir.
- Bolluk ve tüketicinin bu yöndeki tutumu: Gelişmiş ülkelerde yoksul ülkelere nazaran gıdaya ulaşım oldukça kolaydır. Dolayısıyla tüketim kültürünün getirdiği alışkanlıklar gıdaya ulaşımın kolaylığının etkisiyle insanların gıda atığı yaratmasına ortam hazırlamaktadır. Özellikle sabit fiyatlı restoranlarda insanların yiyebileceğinden çok daha fazla yemek alması veya süpermarketlerde belli miktarın üzerindeki alımlara uygulanan indirimler gıda israfını tetiklemektedir.

1.2.2. Tüketici Gıda Atık Alışkanlıkları

Son yıllarda yapılan araştırmalara göre, insanların kullanımına sunulan yiyeceklerin %24'ünün gıda atığına ya da gıda kaybına dönüştüğü tahmin edilmektedir (Stancu vd., 2016: 7). Gelir seviyesi yüksek ülkelerde tüketicilerin tüketim tutumlarının ve dağıtım verimsizliğinin gıda atığına sebep olduğu görülürken, gelir seviyesi düşük ülkelerde yanlış tarım uygulamaları ve hasat sonrası faaliyetler gıda kaybına yol açmaktadır. Gıda atığı çevreye zarar vermesinin yanında negatif toplumsal ve ekonomik etkiye de sahiptir. Gıda atığı bir yandan sera gazı salınımına, diğer yandan çevreye bırakılması sonucu su, ekili arazi vb. kaynakların kirletilmesine sebep olmaktadır.

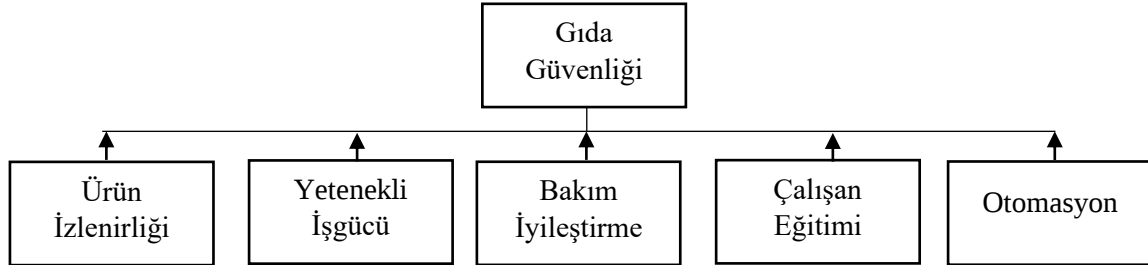
Gelişmiş ülkelerde gıda atığının en temel sebebi müşterilerdir. Dolayısıyla bu bölgelerde gıda atığını azaltmanın yolu müşteri algı ve alışkanlıklarını tespit etmekten geçmektedir (Aschemann-Witzel vd., 2015: 6457). Tüketicilerin gıda atığından kaçınmaya yönelik davranış biçimi geliştirmelerinin yemek hazırlama ve yiyecek işleme gibi becerilerine etki ettiği çeşitli çalışmalarda tespit edilmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalar tüketicilerin gıda atığını daha çok para ve zaman kaybettiren bir unsur olarak gördüklerini ve gıda atığının yarattığı çevresel olumsuz etkilerin çok da farkında olmadıklarını tespit etmiştir. Bu sebeple tüketiciler, gıda atığı ve çevreye verdiği zarar ile ilgili bir bağlantı kuramadığından dolayı kendilerini suçlu hissetmemektedirler. Tüketicinin yiyecek israfından kaçınması yönünde tutum geliştirmesi, atığın azaltılması yönünde büyük katkı sağlayacaktır (Stancu vd., 2016: 8).

Gıdanın nihai durumunun tüketim aşaması olması gerekmektedir. Bu amaca hizmet edilecek seviyeye ulaşamadığında gıdanın üretim, dağıtım, taşıma veya bertaraf operasyonlarında kaynakların verimsiz kullanıldığı görülmektedir. Bunun sonucunda gıda sektöründe istenilmeyen çevresel, ekonomik ve toplumsal etkiler ortaya çıkmaktadır (Aschemann-Witzel vd., 2015: 6458). Tüketicilerin beğenilmedik gıda alışkanlıkları veya gıda satın alma tercihleri, gıda tedarik zincirindeki tüm paydaşların aldığı kararlar üzerinde etki bırakmaktadır. Gıda satıcıları, tüketicilerin şekil açısından beğendikleri yiyecekleri tercih edeceğini düşünerek, ürünleri için çeşitli estetik standartlar getirmektedirler.

1.2.3. Gıda Güvenliği ve İzleme

Tüketicilerin sağlıklı yiyecek hassasiyetinin gelişmesi, organik veya yerel gıda ürünü trendlerinin ortaya çıkması gıda güvenirliliği ve gıda ürünü izleme gereksinimlerinin artmasına sebep olmaktadır. Gıda üreticileri açısından bakıldığında gıda güvenliği ürün kalitesini geliştirmenin yollarından biri olarak görülmektedir. Gıda güvenliği, otomasyon, yetenekli işgücü, ürün izlenebilirliği, sistemlerin entegrasyonu, bakım iyileştirmeleri, tedarik zinciri

entegrasyonu, artırılmış kapasite, işgücü eğitimi, geliştirilmiş esnek yöntem değiştirme yeteneği gibi unsurlar gıda üretim kalitesinin gelişmesine katkı sağlamaktadırlar. Bu unsurlardan Şekil 1.8'deki gibi sunulan beşinin gıda güvenliği üzerinde doğrudan etkisinin olduğu görülmektedir (Blevins, 2013: 60).



Şekil 1.8 Gıda güvenliğini etkileyen faktörler

Kaynak: Blevins, 2013: 60

Yiyecekler, kullanım ömrü olan ve bu süre zarfının dışında kullanılması durumunda kişiye zararları dokunabilen ürünlerdir. Bunun yanında uygun saklama koşullarının oluşmaması veya beklenmedik durumlar ürünün bozulmasına sebebiyet verebilir. Bu şekilde olan ürünlerin hızlıca satış sürecine kadar tespit edilip geri çekilmesi gerekmektedir. İmal edilmiş bir yiyecekte ise çok sayıda gıda bileşeninin bulunmasından dolayı bu bileşenlerden hangilerinin bozuk hangilerinin ise sağlam olduğunun tespit edilmesi oldukça zordur. İyi bir gıda izleme sisteminin oturtulabilmesi için ürünün yapısına katılan ham gıdaların sıkı kayıt altına alınması gerekmektedir. İşletmenin elinde hangi tür ham gıdaların bulunduğu, bu ham gıdalardan hangilerinin imal edilen nihai yiyeceğin yapısına katıldığı ve imal edilen nihai yiyeceğin hangi müşterilere gönderildiği tarzındaki kayıtlar gıda ürünü izleme sistemi içerisinde yapılması gereken genel faaliyetlerdir. Fakat, çok sayıda bileşen ham gıdanın endüstriyelmiş gıdaların yapısına katılması ve bir ham gıdanın farklı bitmiş ürünlerin veya farklı yardımcı ürünlerin üretiminde kullanılması üretim aşamasında, son ürünlerin parti haline getirilip satıcıya gönderilmesi sonrası her bir son ürünün ayrı ayrı perakende halinde müşteriye satılması satış aşamasında, yine her bir ham gıdanın farklı tedarik kanallarıyla temin edilmesi ise tedarik aşamasında izleme faaliyetini karmaşıktırmaktadır. Ürün partilerinin izlenilmesindeki eksiklik sonucunda partideki bir ürünün bozuk çıkması partideki tüm gıda ürünlerinin geri çekilmesine ve gıda işletmelerinin ek maliyetlere katlanmasına sebep olmaktadır.

Gıda işletmeleri hazırlanan partilerin izlenilebilmesi için çeşitli formlarla manuel olarak kayıt alabilmektedir. Böylesi bir yöntemin ise çeşitli sakıncaları bulunmaktadır. Her ne kadar küçük işletmelerin kayıtlarını manuel olarak tutması mümkün ise de çok çeşitli sınıflarda ürünler üreten, çok sayıda tedarikçi ile çalışan ve ürettikleri yiyeceklerde benzer

gıda içeriklerini kullanan büyük işletmelerde bu yöntemin kullanılması verimsizlik ve maliyet yaratmaktadır. İlgili verinin tutulması için bir ya da daha fazla çalışana ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışanların yanlış veya eksik veri kaydetmesi bir yandan izleme faaliyetlerinde belirsizliğe sebep olabilmektedir. Ayrıca çalışanlar yönetime ekstra işgücü maliyeti de getirmektedir.

Sektördeki büyük işletmeler ürün partilerinin izlenilmesini kolaylaştırmak ve veri kaybını engellemek için bilgi teknolojisi sistemleri altyapısı kullanmaktadır. Bilgi teknolojisi sistemlerin geçmişe nazaran artık daha ucuz olması gıda sektörünün genelinde bu altyapısının kurulmasına olanak sağlamaktadır. Aşağıdaki bilgi teknolojisi sistemleri ürün izlenirliği için gerekli olan donanım ve malzemeye sahiptir (Blevins, 2013: 63):

- İlişkisel veri tabanı yönetim sistemi (RDBMS)
- Kurumsal Kaynak Planlama (ERP)
- Barkod Sistemleri
- Kablosuz ağ yoluyla bilgi sistemleri arası bağlantı kurma
- Hizmet yazılımları: ERP kullanan müşterilerin sisteme başka bölgelerden bağlanabilmesi için gerekli olan yazılım hizmetidir.
- Dünya çapında ağ (WWW): İşletmeler izlenirlik faaliyetleri konusunda çalışanlarının eğitimi için ihtiyaç duydukları tüm içeriklere ve tekniklere ağ sayesinde ulaşabilmektedir.

Bilgi teknolojisi altyapıları her ne kadar çalışandan kaynaklı hataları azaltma amacıyla kullanılsa da tek başına bu amaca hizmet etmesi mümkün değildir. Bu sebeple çalışanların gıda izleme ve güvenliği konusunda bilinçli eğitime tabi tutulması gerekmektedir.

Gıda güvenliği konusunda önemli konulardan biri de bakım çalışmalarının iyileştirilmesidir. Bakımsız gıda üretim ekipmanı ve tezgâhları gıda güvenliği konusunda çeşitli ihmallere sebebiyet vermektedir. Üretim aşamasında öğütücünden kopan metal parçaları ve doldurma sırasında kırılan cam parçalarının ürüne karışması, ekipmanın kontrol edilmemesinden kaynaklı doğru derece ayarı yapılamadığından gereğinden fazla ürünün ısıtılması gibi bakım konusunda bazı kontrollerin gözden kaçması birçok ürünün geri çağırılmasında baş etken olabilmektedir. Konu için geliştirilen kalite standartlarından HACCP, üretim aşamasındaki bu tarz ihmallerin önlenmesinde çeşitli yükümlülükler barındırmaktadır. HACCP ve benzeri kalite standartlarının yanı sıra imalat ve üretim sistemlerinde genel olarak faydalanan çeşitli yöntemlerin gıda sektöründe de kullanılması bakım konusunda işletmelere fayda sağlamaktadır. TKYS, 6S, Önleyici Bakım Programı ve SMED gibi teknikler bu amaçla kullanılabilmektedir (Blevins, 2013: 66-67). Söz konusu tekniklerden 6S üretim alanının daha temiz, düzenli ve organize edilmesi düşüncesinden hareketle üretim ve bakım verimliliğinin

artacağı görüşünü desteklemektedir. 6S adını, bu görüşün hayata geçirilmesi için yerine getirilmesi gereken altı eylemin baş harflerinden almaktadır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda bu eylemlere ek yeni bir eylem daha eklenmesi sonucunda tekniğin adı 7S olarak anılmaktadır. Bu eylemler İngilizce olarak aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Joshi, 2015: 21-24):

1. Sınıflandırmak (Sort): Üretim için gerekli olmayan teçhizat ve malzemelerin ortadan kaldırılması ve gerekli olanların sınıflandırılması
2. Sıraya Koymak (Set In Order): Sınıflandırılmış teçhizat ve malzemenin etiketlenerek iş akışı doğrultusunda ihtiyaç sırasına göre en uygun yere konumlandırılması
3. Temizlemek (Shine): Çalışma alanının sadece üretim zamanı değil sistematik ve rutin olarak kir, toz, atık ve yağ gibi çalışma konforu ve verimini düşürecek unsurlardan temizlenmesi
4. Standartlaştırmak (Standardize): Üretim alanı ve faaliyetinde gerekli olan unsurların renk, etiket, büyüklük vb. unsurlarca tutarlık ve benzerlik göstermesi, bu unsurların tüm çalışanlarca benimsenmesi ve bilinmesi
5. Sürdürmek ya da öz disiplin (Sustain or Self Discipline): Çalışanların önceden belirlenen iş yapış şekline devam etmesi ve standartları uygulaması
6. Güvenlik (Safety): Üretilen ürünlerin yanı sıra çalışanların başına gelecek her türlü kaza veyahut çalışanların ruhsal, fiziksel sosyal, eğitimsel eksiklikleri ve çalışma sırasında süreçlerde oluşabilecek hata ve belirsizlikler konusunda gerekli önlemlerin alınması
7. Takım Ruhu (Spirit): Çalışanların bir takım halinde hareket etme istekliliği içerisinde bulunması

Bakım faaliyetlerinin ana amacı ürün ve süreç kalitesinin iyileştirilmesine katkı sağlamaktır. TKYS ve Önleyici Bakım faaliyetleri kapsamında, üretim ve ürünün kalite kontrolü sırasında karşılaşılabilecek hataları azaltmak için uygulanan uygulamalar bu amacı desteklemektedir. TKYS uyarınca hazırlanan kontrol listeleri sayesinde rutin malzeme ve teçhizat kontrolü sağlanabilmektedir. Yine SMED sadece bakım faaliyetlerinin iyileştirilmesi amacıyla değil, yanı sıra teçhizat kurulum zamanı, süreç içi beklemleri azaltmak, ürün parti büyüklüklerini düşürerek envanter yatırım maliyetinde tasarruf sağlamak için kullanılan bir yöntemdir. Son olarak otomasyonun gıda ürünü güvenliğine katkısı oldukça fazladır. Otomasyon sistemlerinin tek başına ürün güvenliğini sağlaması beklenemez fakat verimli teçhizat bakımı ve etkili çalışan eğitimleri ile birleştirildiğinde, otomasyon sistemlerinin güvenlik konusundaki riskleri büyük ölçüde azalttığı görülmektedir (Blevins, 2013: 70-71).

1.2.4. Sürdürülebilir Gıda Atık Yönetimi

Sürdürülebilirlik, nüfusun çoğalması neticesinde tüketimin artması, buna karşın kaynakların kısıtlı kaldığı günümüz dünyasında gıda üretim ve dağıtım sistemleri için önemli bir kavram haline gelmiştir. Üretim ve dağıtım sistemleri geçmişe göre çok daha verimli olmasına rağmen yüksek talep kaynak kullanım oranlarını oldukça artırmaktadır. Bu durum gıda endüstrisinin gıda atığı ile yüzleşmesine sebep olmaktadır. Gıda atığının yanı sıra değişen iklim koşulları, endüstriyel gıda üretimi gerekleri, tüketim alışkanlıkları, gıda üretimindeki çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik beklentilerini artırmaktadır. Gıda atıklarının çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarından dolayı sürdürülebilirlik içerisinde değerlendirilmesi gerekir (Aschemann-Witzel vd., 2015: 6457). Bu çerçeveden bakıldığında gıda tedarik zinciri yönetiminde her ne kadar üretim ve dağıtım operasyonlarını iyileştirerek maliyetleri azaltmak amaçlansa da atıkları azaltarak sürdürülebilir bir çevre ve ekonomi ortamı oluşturmak da bir o kadar önem kazanmaktadır.

Gıda tedarik zincirlerinde belirsizlik, riskler, ekonomik-sosyal unsurlar ve çevresel performans karar verme süreçlerini etkilemektedir. Zincire dahil olan işletmeler için ekonomik performans en çok önemsenen amaç olsa da sürdürülebilirlik doğrultusunda gerçekleştirilen faaliyetler, şirket kalitesi, müşteri tatmini ve operasyon verimliliği üzerinde olumlu katkılar sağlamaktadır (Li vd., 2014: 2).

İKİNCİ BÖLÜM

GIDA TEDARİK ZİNCİRİNDE STOK- ÜRETİM- DAĞITIM MODELLERİ VE BULANIK MANTIK UYGULAMALARI

Gıda tedarik zincirleri ve gıda sektöründeki üretim faaliyetleri zaman değişkeninden son derece etkilenmektedir. Tedarikçiden son müşteriye olan akış göz önüne alındığında gerek ürünlerin stokta bekletilmesi gerek bitmiş ürünlerin müşteriye iletilmesi için ihtiyaç duyulan taşıma faaliyetlerinde geçirilen süre ürün kalitesinin azalmasına sebebiyet vermektedir. Atık, gıda sektörünün gerçeklerinden biridir ve bu zaman faktörünün atık oluşumu üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır. Bu açıdan bakıldığında gıda sektöründeki üretim yönetimi yaklaşımlarının hem ekonomik hem çevresel hem de toplumsal boyutlarının olduğu görülmektedir. Gıda sektörüne yönelik çalışmalarda sunulan nicel yaklaşımlar ve modeller genel olarak bu üç amacın optimizasyonuna yönelmektedir.

Gıda tedarik zincirleri ile ilgili yapılan çalışmalar büyük oranda depolama problemleri, dağıtım problemleri, pazarlama problemleri, gıda izleme ve gıda güvenliği problemleri olmak üzere dört grup altında toplanmaktadır. He vd. (2018) gıda tedarik zincirleri için belirledikleri bu dört kategori doğrultusunda probleme yönelik nicel üretim yönetimi yaklaşımları için sistematik bir sınıflama altyapısı önermektedirler. Tez çalışmasının bu bölümünde bu sınıflama doğrultusunda gıda sektöründeki stok-üretim ve dağıtım modelleri ve çözüm yaklaşımları sunulmaktadır.

2.1. Gıda Stok Planlama Modelleri

Ekonomik üretim miktarı modeli, bir üreticinin ya da bir satıcının stok elde tutma maliyeti ile sipariş maliyeti arasındaki var olan dengeyi gözeterek toplam stok maliyetinin en düşük seviyede tutulmasını amaçlamaktadır. Bu haliyle model, ekonomik sipariş miktarı modelinin bir uzantısı olarak ele alınabilmektedir. Klasik stok modellerinde satıcı deposundaki bitmiş ürünü müşteriye göndermektedir. Özellikle gıda gibi bozulabilir ürünlerin kullanıldığı sektörlerde ise model, stok süreçlerinin yanı sıra üretim ve dağıtım süreçlerinin de entegrasyonu ile ele alınmaktadır (Mishra, 2016: 287).

Gıda stok modelleri ve stoka bağlı üretim ve dağıtım kararları, stoka konulan ürün ve gıda malzemelerinin raf ömründen etkilenmektedir. Raf ömrü çevrimi içerisinde ürünün elden çıkarılması veyahut üretimde değerlendirilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde atık oluşumu ortaya çıkmaktadır. Geçmişte yapılan çalışmalarda stok yönetimi ile ilgili daha kolay kararlar

alabilmek adına stoktaki ürünlerin raf ömürlerinin sabit olarak varsayıldığı birçok model bulunmaktadır. Bu varsayım aslında bazı ürünler için geçerli olabilmektedir. Fakat tazeliğini uzun süre koruyamayan veya zamanla değerini yitirebilen ürünler için sabit bir raf ömrü tanımlamak gerçeğin biraz uzağında kalmaktadır. Goyal ve Gri (2001: 1) çalışmalarında stok yönetim kararlarının alınmasında ürün özelliklerinin dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Ürünlerin özelliklerine göre üç farklı kategori altında değerlendirilmesi gerekmektedir. Meyve, sebze veya kan gibi tazeliğini uzun süre koruyamayan ürünler bozulabilir ürünler sınıfında, stokta bekledikçe eski değerini ve müşteri tarafından tercih edilebilirliğini yitiren ürünler eskiyen ürünler sınıfında ne eskiyen ne de bozulan rafta bulunduğu müddetçe hiçbir değişime uğramayan ürünler ise eskimeyen ve bozulmayan ürünler sınıfı altında değerlendirilmektedir.

Son zamanlarda artık oluşumunu geciktirmek, ürünün daha uzun süre stokta bekletilmesine imkân sağlamak için saklama koşullarının iyileştirilmesine yönelik bir hayli çalışma gerçekleştirilmektedir. Gıda ürünlerinin raf ömründen dolayı bozulmasının önüne geçebilmek için üretim süreçlerine ve teknolojiye yatırım yapmak gerekmektedir. Zira ürünlerin bozulma oranı her ne kadar nem, sıcaklık, ışık, oksijen ve mikro bakteriyel canlılar gibi doğal etmenlere bağlıysa da taşıma ve depolama koşullarının yetersizliğinin de bozulma oranı üzerinde bir o kadar etkisi bulunmaktadır (He vd., 2018: 4).

Gıda ürünlerinin bozulmasının önüne geçmek mümkün değildir fakat çeşitli soğutucu ve iklimlendirici ekipmanlar sayesinde bozulma çevrimi uzatılabilmektedir. Buradan hareketle, gıda depolama problemlerinde stok kararlarının yanında saklama teknolojisine yatırım kararlarının da göz önünde bulundurulduğu görülmektedir. Saklama teknolojisi yatırım kararlarının yanı sıra fiyat ve sipariş büyüklüğü gibi değişkenler vasıtasıyla toplam karın maksimizasyonu veya toplam maliyetin minimizasyonu amaçlanmaktadır (He vd., 2018: 4).

2.1.1. Tek Seviye Stok Modelleri

Stok modelleri tedarikçinin ve müşterinin hareket tarzından, beklentiler ve gecikmelerden etkilenebilmektedir. Ürünlerin sipariş, elde bulundurma maliyetleri ve fiyatlama politikaları zamana bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Gıda sektöründe tek seviyeli stok modelleri tek bir işletmenin saklama ve depolama kararlarını içermektedir. Modellerde göz önünde bulundurulması gereken önemli konulardan biri bozulma oranıdır. Genellikle çalışmalarda bozulma oranı dışsal bir değişken olarak ve değiştirilemez bir unsur olarak sunulmaktadır. Fakat ürün depolama prosedürlerinin değişmesi veyahut saklama

ekipmanına yatırım ile bozulma oranını değiştirebilmek mümkün hale gelmektedir. Bozulma oranını düşürme yönündeki çabalar satıcının ya da üreticinin ekonomik kayıplarını azaltırken, müşteri hizmet düzeyini ve rekabet avantajını artırmaktadır. Keza, probleme yönelik çalışmalarda gerçekleştirilen duyarlılık analizleri, daha düşük düzeydeki bozulma oranının, ekonomik avantaj sağladığını göstermektedir (Lee ve Dye, 2012: 475). Hsu vd. (2010: 389) ürünlerin bozulmasını geciktirecek depolama ve saklama yatırımları kararını sabit talep ve sabit bozulma oranı doğrultusunda alacak bir model geliştirmişlerdir. Modelin varsayımlarından birine göre eğer gıda ürününde yok satma ile karşılaşıldığı bir durum olursa müşteriler ya bir sonraki yeniden doldurma zamanını beklemekte ya da başka bir satıcıya yönlendirilmektedir. Lee ve Dye (2012: 475) da aynı tarz problem üzerinde çalışmıştır. Modelin katkısı yok satmayı göz önünde bulundurması fakat yok satmanın parçalı gerçekleştiğini varsaymasıdır. Bu sayede yok satma değişkeni düşünülerek stok yatırımları için kararlar alınmıştır. Chen ve Dye (2013: 1027) benzer olarak bir envanter modeli için zamanla değişen talep oranı ve kontrol edilebilir bozulma oranı değişkenlerinden faydalanmışlardır. Bu modelde Hsu vd. (2010) modelinden farklı olarak zamanla değişen talep, yok satma ve azalan bozulma oranı gibi daha genelleştirilmiş örüntüler kullanılmıştır. Yanı sıra, yok satma gibi kaybedilen satışlardan kaynaklı maliyet unsurunun da dâhil edilmesi ile satıcının saklama ve depolama maliyetlerini minimize edecek en uygun sipariş parti büyüklüğü hesaplanmaya çalışılmıştır. Çözümün elde edilmesini kolaylaştırmak için parçacık sürü optimizasyonu yöntemi modele entegre edilmiştir.

Gıda problemlerinin temel parametrelerinden birisi de raf ömrüdür. Problemlere çözüm bulmayı kolaylaştırmak adına kimi problemlerde ürünün yaşam süresi göz ardı edilerek gelecek talebi karşılamaya yetecek miktarda, ürünün niteliğe bozulmadan varlığını devam ettireceği varsayılmaktadır. Gerçek hayatta ise özellikle gıda sektöründe ürünlerin kısıtlı yaşam süreleri bulunmaktadır. Bu sebeple gıda işletmelerinin stok yatırımlarını raf ömrü gerçeğini dikkate alarak planlamaları gerekmektedir. Gıda stok sistemleri raf ömrü karakteristikleri açısından üç model altında incelenebilmektedir (Kouki vd., 2013: 73):

- Eldeki aynı yaştaki ürünlerin kullanım ömrü sonunda bir arada elden çıkarılacağı sabit yaşam süreli stok modelleri
- Kullanım ömrü içerisinde talep edilmeyip tüketilmeyen ürünlerin atığa dönüşeceği stokastik yaşam süreli stok modelleri
- Eldeki malzemenin bir kısmının bozulacağı varsayımına dayanan sürekli ya da sabit bozulma oranına bağlı stok modelleri

Sıcaklık değişimi gıda ürünlerinin raf ömrünü etkileyen unsurlardan birisidir. Sıcaklığa duyarlı ürünlerin bozulmasını geciktirebilmek için sıcaklık değişimini dengeleyebilecek özel saklama koşullarına ve malzemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Gıda ürününü bozulmadan daha uzun süre muhafaza edebilmek için ürüne uygun sıcaklık değerinin sağlanması ve bozulmaya sebep olan mikro bakteriyel organizmaların büyümesinin engellenmesi gerekmektedir. Başka bir deyişle bozulmaya sebep olan mikro bakteriler ürün üzerinde belirli bir oranda çoğalmışsa, ürünün tüketilmesi güvenilir değildir ve ürün artık raf ömrünü tamamlamıştır. Kouki vd. (2013: 72) “zaman-sıcaklık birleştirici teknolojisi” (time temperature integrator technology) adı verilen bir sensörün yardımıyla sıcaklığın gıda stok yönetimi ve stok yatırımlarına olan etkisini ortaya koymaya çalışmışlardır. Gıda ürünlerinin dinamik olarak sürekli denetim altında tutulması ve bozulma oranının gözlemlenmesinin ekonomik ve çevresel katkıları olmaktadır. Ürünün sabit raf ömrününün olması varsayımı işletmelerin daha ihtiyatlı davranmasına sebebiyet vermektedir. Bozulmuş ürünün bir satış değeri yoktur ve tüketime uygun değildir. İşletmeler böylesi bir sürpriz ile karşılaşmamak için ürünün ambalajına sabit bir raf ömrü tanımlamaktadır. Bu raf ömrünün sonunda ürün satış dışı kalmaktadır. Oysa özellikle taze gıdalar düşünüldüğünde aynı partideki ürünlerin bile bozulma zamanı değişebilmektedir. Söz konusu sensör yardımıyla ürünün kalitesi ve tazeliği gözlemlenebilirken aynı zamanda bozulmaya başlayan ürünlerin bir an önce stoktan çıkarılması yoluyla hem stok seviyeleri hem de stok maliyeti azaltılabilmektedir.

Gelişen paket teknolojisi saklama koşullarının iyileştirilmesine benzer olarak ürünlerin raf ömrünü uzatabilme ve bozulma oranını yavaşlatabilme imkânı sağlamaktadır. Teknolojik altyapıya sahip gıda koruyucu paketler hiçbir özelliği olmayan ve gıdayı sadece saklama misyonu bulunan muadillerine göre daha maliyetlidir. Fakat teknolojik olarak gıda güvenliği ve gıda izlenebilirliğine katkı sağlayan paketler müşteri satın alma algısı üzerinde olumlu etkiler bıraktığından bu ürünler daha tercih edilir konumdadır. Gıda ürünleri için yapılacak paket tercihleri gıda işletmelerinin stok maliyetlerini, yatırım harcamalarını, atık miktarlarını ve özellikle de stok yönetimini etkilemektedir. Li vd. (2017: 1369) raf ömrünü uzatarak atık oluşumunu azaltacak teknolojik paket yatırımı kararının, stok yönetimi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Teknolojik paketin ürün tercih edilirliliği yoluyla talep artışına ve raf ömrünü uzatarak atık oluşumunun azaltışına katkısı olmasına rağmen yüksek yatırım maliyeti bulunmaktadır. Çalışma neticesinde paketlenme teknolojisinin tercih edilmesinin maliyet açısından en uygun alternatif olmamasına rağmen, atık azalışına katkı sağlamasından dolayı tercih edilebileceği vurgulanmaktadır.

Gıdanın bozulma oranı çoğu çalışmada anlık olarak gerçekleştiği varsayımına dayanmaktadır. Yani ürün stoktaki herhangi bir anda aniden bozulmakta ve atığa dönüşmektedir. Dye (2013: 872) bu konuya vurgu yaparak gıdaların aslında yaşam çevrimi içerisinde herhangi bir noktada bozulabileceğini ve bunun zamanla gerçekleşen bir süreç olduğunu belirtmektedir. Bu amaçla modelinde bozulma oranını anlık olmayan bir değişken olarak tanımlamaktadır. Yine Bardhan vd. (2017: 1) bozulmanın öncesinde ve sonrasında stoktaki ürünlerin bitirilmesi senaryolarından hareketle toplam stok maliyeti ve toplam saklama maliyetini azaltacak alternatif bir model önermektedirler. He ve Huang (2013: 2) sezonluk ürünlerin bozulma oranlarını hesaba katarak sipariş sıklığı, saklama teknolojisi yatırımı ve bozulma maliyeti arasında bir denge noktası bulmaya çalışmıştır. Buradan hareketle, sipariş sıklığının artırılması bozulma maliyetini düşürmektedir, fakat bu durum sipariş maliyetini artırmaktadır. Benzer olarak, saklama teknolojisine yatırım yapmak yine bozulma maliyetini ve bozulma oranını düşürmektedir ama söz konusu koşullarda yatırım maliyetleri artmaktadır.

Yoğun sipariş sıklığı stok maliyetlerini düşürürken seyrek sipariş sıklığı sipariş miktarını artırdığından gıda ürünlerinin bozulma oranını doğrudan yükseltici bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır. Yang vd. (2015: 356-357) bozulma oranı sipariş büyüklüğü dengesine ticari kredi ilişkisi üzerinden yaklaşmışlardır. Tedarikçi-üretici veya tedarikçi-satıcı arasında sektörün getirdiği rekabet baskısı nedeniyle çeşitli iş birlikleri kurulabilmektedir. Ticari kredi, sektördeki rakipler içerisinde rekabet avantajı sağlayan operasyonel stratejilerden biridir. Satıcı, tedarikçiden büyük parti sipariş talebinde bulunması karşılığında ticari avantaj sağlamaktadır. Satıcının bu hamlesi ürünü düşük satın alma maliyeti ile temin etmesinden dolayı daha karlı görülebilmektedir. Buna karşın gıda sektöründe ürünlerin raf ömrü ve bozulma oranı gerçeği bulunmaktadır. Yüksek miktarlardaki sipariş bozulma maliyetinin artmasına sebebiyet vermektedir.

Yüksek miktarlardaki ürünün satışının gerçekleştirilebilmesi yüksek düzeyli talebin yakalanması ile mümkün olabilmektedir. Hizmet seviyesinin geliştirilmesinin müşteri tercihi üzerinde yapacağı doğrudan veya dolaylı etki, gıda gibi süreli ürüne sahip sektörlerde ürünlerin daha hızlı ve karlı olarak satılmasına katkı sağlamaktadır. Zhang vd. (2016: 2-3) hizmet seviyesinin geliştirilmesi sonucu talebi artırmak amacıyla alınması gereken optimum fiyatlama, yeniden sipariş çevrimi, hizmet yatırımları ve saklama yatırımı kararlarını, sermaye ve kaynak kısıtları altında belirleyecek dinamik bir model kurmuşlardır. Bu haliyle çalışma kaynak atamasının yatırım kararları üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır.

Stok modellerinde yatırım ve maliyet kararlarını etkileyen değişkenlerden birisi de fiyattır. Genellikle çalışmalarda fiyat satıcının belirlediği ve müşterinin kabul ettiği, geçmiş fiyatlandırma hakkında sadece satıcının bilgisinin olduğu varsayılan bir unsurdur. Müşteriler hakkında böylesi bir varsayım kabul etmek gerçek durum tespitinden uzak sonuçlar doğurmaktadır. Müşteri günümüzde satın alma eğiliminde bulunduğu ürünü muadil ürünlerle karşılaştırıp ürün hakkında bir tutum geliştirmektedir. Gelişen bu tutum sonrası ürünün müşteri açısından bir referans satın alma değeri ortaya çıkmaktadır. Eğer ürünün fiyatı müşterinin referans satın alma değerinin üzerinde ise müşterinin ürünü tercih etmesi zorlaşmaktadır. Ters durumda ürünün fiyatı müşterinin referans satın alma değerinin altında ise müşteri ürünü alma konusunda daha heveskâr hale gelmektedir. Ürün fiyatı ve müşteri algısı arasında kurulan bu ilişkinin sonucunda ürüne olan talep artmaktadır. Dye ve Yang (2016: 53-54) satış yönetimi ve stok maliyet kalemleri arasındaki denge kurmak amacıyla referans satın alma değerini dikkate almışlardır. Çalışmalarında, bozulabilir ürün stok sistemi için referans satın alma değeri ve zaman-fiyat duyarlılığında oluşan talebi gözeterek dinamik saklama teknolojisi yatırım ve fiyatlandırma kararı alabilen bir model önermektedirler. Model optimum satış fiyatı, saklama teknolojisi yatırımı ve stok ikmal kararlarını alırken satıcının karını en iyileme amacı taşımaktadır.

2.1.2. İki Seviyeli Stok Modelleri

İki seviyeli stok modellerinde tedarik zinciri içerisindeki tedarikçi-üretici, üretici-perakendeci gibi aralarında ikili ilişki bulunan paydaşların stok ve stoka bağlı operasyonları incelenmektedir. Çok seviyeli stok sistemlerinde ürün müşteriye ulaşmadan önce birden fazla aşamadan geçmektedir. Tedarik zinciri içerisindeki sadece tedarikçinin veya sadece üreticinin stok hareketlerini organize etmek yerine ürünün geçtiği aşamalar göz önüne alınarak birden fazla paydaşın operasyonlarını organize edecek kararların alınması tedarik zincirinin toplam maliyetinin azalmasına katkı sağlamaktadır.

Tedarik zincirinin müşteriden tedarikçiye yani sondan başa akışı düşünüldüğünde, perakendeci müşteriye satışını gerçekleştirdikten sonra üretici ile kuracağı etkin işbirliği sayesinde stok ikmallerini zamanında yapabilmektedir. Yine üretici ve tedarikçi arasında kurulacak böylesi bir iş birliği ile tedarikçi talep tahmin etkinliğini artırarak stok maliyetlerini azaltabilmektedir. Rahdar ve Nookabadi (2014: 2886) stoklarında bozulabilir ürün bulunduran ve bu ürünlerin seviyesinin zamanla düştüğü varsayımıyla hareket eden bir imalatçı ile bu ürünleri alan satıcı arasında iş birliğine dayalı üretim teslimat ve stok çevrimi için bir model önermişlerdir. Modelin amacı her bir siparişin zamanlamasının yapılmasının yanı sıra

imalatçının üretim döngüsünü siparişlere göre ayarlamasını sağlamaktır. Bu yolla imalatçı ve satıcı arasındaki maliyetleri azaltmanın yanı sıra toplam karı maksimize ederek kar dağıtımını artırmaya çalışmışlardır.

Tedarikçiden perakendeciye kadar olan akışta sadece bir unsur yerine tedarik zincirini bir bütün olarak düşünüp toplam kar ya da toplam maliyetin optimizasyonuna odaklanmak tüm paydaşlar için katma değer sağlamaktadır. Tedarik zincirinin her bir unsurunun stok, teslimat, sipariş konularında aynı politikaları takip etmesi ise tedarikçi kontratları ile mümkün hale gelmektedir. Özellikle bozulabilir ürünlerin zamanla yarıştığı tedarik zincirlerinde stok ve teslimat operasyonlarının tüm paydaşların bilgisi dâhilinde gerçekleşmesi maliyet kazanımı sağlamanın yanında tedarik zincirlerine esneklik kazandırmaktadır. Bu yolla atık oluşumunun da azaltılması gerçekleşebilmektedir. Nitekim operasyonel kararların ve gelir paylaşımının kontrat yoluyla belirlenmesi gıda tedarik zincirinin başarısına katkı sağlamaktadır. Zhang vd. (2015: 37-39) bozulabilir ürün ticaretinin gerçekleştiği bir imalatçı ve bir perakendeciden oluşan iki seviyeli bir tedarik zincirinde paydaşların gelir paylaşımını sağlayarak toplam karı artıracak, aynı zamanda her iki paydaşın saklama yatırımı yaparak ürünlerin bozulmasının geciktirilmesini gerçekleştireceği bir model önerisinde bulunmuşlardır. Model karşılıklı yatırım kararının yanı sıra gelir dağılımı ile maliyet paylaşımının bir kontrat ile sağlandığı durumu incelemektedir. İnceledikleri vakada saklama teknolojisine iki paydaşın da ortaklaşa yaptığı yatırım kararı imalatçıya fayda sağlarken, perakendecinin karında azalmaya sebep olmuştur. Benzer olarak, Bai vd. (2016: 9343) kısıtlamış zaman ufku içerisinde bir imalatçı ve bir perakendeciden oluşan bozulabilir ürün tedarik zinciri problemini ele almışlardır. Karar vericinin işini kolaylaştırmak için çok faktörlü genel bir talep fonksiyonunun kullanıldığı modelde imalatçı ve perakendeci arasındaki koordinasyonu sağlamak için gelir dağılımı kontratı kullanılmıştır. Shah vd. (2017: 365) imalatçının ve tedarikçinin bozulabilir tek ürün sattığı bir durumda kontrat yoluyla kredi anlaşması yapmalarının bozulma maliyetleri, saklama yatırım maliyetleri ve karlılık üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kontrat doğrultusunda imalatçı perakendeciye belli bir süre ticari kredi kullandırmayı fakat bu süre zarfında perakendecinin karının bir kısmını tarafına verilmesini teklif etmektedir. Modelde talep zamana, gecikme süresine ve fiyata bağımlıdır. Satışı gerçekleşen ürün bozulabilir yapıda ve sabit raf ömrüne sahiptir. Tüm bu varsayımlar altında modelin amacı çevrim süresi, paydaşların arasındaki kredi kontratı şartları, satış fiyatı ve saklama teknolojisi yatırımı kararları doğrultusunda en yüksek karı elde etmektir.

Gıda sektöründe değer sağlayan ürünler bozulabilir ürünler olduğundan paydaşlar arasında kurulacak iş birliğinin ekonomik boyutlarının yanı sıra çevresel ve toplumsal

katkıları da bulunmaktadır. Özellikle talebin gerçeğe yakın tahmini tedarikçinin doğru miktarda ürün sağlamasına ve üreticinin üretim düzeyini dengelemek adına fazla ürün tedarikinden kaçınmasına imkân sağlamaktadır. Fazladan ürün sağlayıp bu ürünlerin kullanılmaması israfa neden olduğu için ikili iş birliği ile talep miktarı konusunda uzlaşarak israftan kaçınılması atık oluşumunun engellenmesinin bir ayağını oluşturmaktadır. Bozulabilir ürünleri üreticinin veya perakendecinin kullanma niyeti olsa bile tedarik zamanlamasının doğru planlanamamasından raf ömrü içerisinde ürünlerin değerlendirilemeyip ürünlerin atığa dönüştürülmesi ise gıda atığının diğer ayağını oluşturmaktadır. Toparlamak gerekirse, gıda sektöründe ikili ilişkiler ile zaman ve miktar konusunda yapılacak iş birliği atık ve maliyet konusunda işbirlikçilerine fırsatlar sunmaktadır. Tayal vd. (2014: 78) müşterinin ürünün raf ömrünü dikkate aldığı senaryosundan hareketle sezonluk bir ürün için tedarikçinin ve satıcının olduğu iki seviyeli bir tedarik zincirinde, stok, saklama teknolojisi yatırımı, optimum ikmal çevrimi, yok satma dönemi, sipariş miktarı ve net kar gibi çeşitli kararların alınmasına yardımcı olacak bir model önerisinde bulunmuştur.

2.1.3 Çok Tesisli Stok Modelleri

Tedarik zincirinde tesis sayısı arttıkça organizasyonu kontrol etmek oldukça karmaşıkmaktadır. İkili ilişkiler ile bilgi paylaşımı sağlandığında kurulan stratejik ortaklık ile sektörde rekabet avantajı elde edilebilmektedir. Bu ortaklık, tedarik zinciri içerisinde çok aktörlü bir yapı ile sağlanabilirse tüm paydaşların karının arttığı çoğu çalışmada gösterilmektedir. Gıda sektöründe birden fazla aktör ile kurulmuş iş birliği, gıda güvenliği ve gıda kalitesi açısından oldukça önemlidir. Rong vd. (2011: 422) gıda ile ilgili stok temelli problemlerde ürün kalitesinin ürünün bozulabilirliğini kontrol altında tutma ile ilgili olduğunu vurgulamaktadır. Nitekim ürün bozulabilirliği satıcı için ürün kalitesi, güvenliği ve tedarikin güvenilirliği açısından çeşitli riskler barındırmaktadır. Ayrıca marketler gibi ürün satışının gerçekleşeceği perakende noktalarında ürünü bozulmadan koruyabilmek ve bozulmayı geciktirici şartları sağlamak oldukça maliyetli ve hassas koşulların oluşturulmasını gerektirmektedir. Dolayısıyla gıda ürününü kaliteden ve güvenlik esaslarından taviz vermeksizin müşteriye ulaştırabilmek için güçlü organizasyonlara ihtiyaç duyulmaktadır. Cai vd. (2010: 261-262) gıda ürünlerinin bozulabilirliği temel noktasından hareketle bir dağıtıcının gıda ürünlerini taze tutarak hedef pazara götürmesi gerektiği bir problemi incelemiştir. Örnek olayda dağıtıcının ürünlerin tazeliğini koruyacak şekilde ürünleri hedef pazara iletme sorumluluğu bulunmaktadır. Taşıma sırasında tazelik ve miktarında kayba sebep olabilecek bozulma vakasının gerçekleşmesi muhtemeldir. Hedef pazarda oluşabilecek

talep miktarı da ürünün fiyatı ve tazeliği ile orantılıdır. Dağıtıcının bu şartlar altında üreticiden alacağı ürün miktarı, taşıma sırasında gıda ürünlerinin tazeliğini korumak için gerekli çabanın seviyesi, hedef pazarda satılacak ürünlerin fiyatı hakkında çeşitli kararlar alması gerekmektedir. Problemin diğer boyutunda ise üreticinin ürünleri satacağı toptan satış fiyatını belirlemesi istenmektedir.

Bozulabilir ürünleri yaşam ömrü içerisinde çoklu tesislerin yer aldığı tedarik zinciri boyunca iletim etkinliğinin sağlanmasında tesislerin yerleşim faktörlerinin de katkısı bulunmaktadır. Tesislerin birbirine olan uzaklığı, teslimat ve sipariş esnekliğini artırmaktadır. Tsao (2016: 573) gıda ürünü saklama için uygun koşulları yaratma çabasını, stok yönetimi ve ortak yerleşim kararlarıyla birleştiren, yanı sıra paydaşlar arasında ticari kredi seçeneklerini de değerlendiren bir yaklaşım sunmaktadır. Modelin amacı bozulabilir ürünler için tedarik zincirindeki tesislerin entegrasyonunu sağlamak, ticari kredi anlaşması altında en uygun stok atamasının ve saklama yatırımının gerçekleşmesini sağlamaktır. Amacı gerçekleştirebilmek için modelin dört temel kararı vermesi istenmiştir. Alınması gereken kararlardan birincisi hangi dağıtım merkezlerinin açık olması gerektiği, ikincisi hangi perakende noktasının hangi dağıtım merkezinden tedarik hizmeti alacağı, üçüncüsü dağıtım merkezlerindeki ortak ikmal çevrim zamanları ve sonuncu karar ise ne kadarlık bir saklama çabasına ihtiyaç duyulduğudur. Model ayrıca ödemelerde bir miktar gecikmeye de izin vermektedir. Önerilen yöntem gelir, satın alma maliyeti, tesis maliyeti, taşıma maliyeti, sipariş maliyeti ve saklama maliyetinin yanı sıra kazanılmış ve ödenmiş faiz gibi çeşitli ekonomik parametreleri barındırmaktadır.

Gıda stok planlama modellerine ilişkin yukarıda verilen literatürden örnekleri Tablo 2.1’ de verildiği gibi özetlemek mümkündür.

Tablo 2.1 Gıda stok planlama modelleri ve literatürden örnekler

Model Türü	Literatürden Örnekler	Özellik
Tek seviyeli stok modelleri	Hsu vd., 2010	Saklama yatırımı ve sipariş politikası için geliştirilmiş ESM modeli kullanılmıştır.
	Lee ve Dye, 2012	Parçalı yoksatmaya dayalı ESM modeli geliştirilmiştir.
	Chen ve Dye, 2013	Zamanla değişen talep oranı ve kontrol edilebilir bozulma oranı değişkenlerinden faydalanan bir envanter modeli kurulmuştur.
	Kouki vd., 2013	“Zaman-sıcaklık birleştirici” teknolojisinin gıda stok yönetimi ve stok yatırımlarına olan etkisi incelenmiştir.
	Li vd., 2017	Teknolojik paket yatırımı kararının, stok yönetimi üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

	Dye, 2013	Modelde bozulma oranını anlık olmayan bir değişken olarak tanımlamaktadır.
	Bardhan vd., 2017	Toplam stok maliyeti ve toplam saklama maliyetini azaltacak alternatif bir model önermektedir.
	He ve Huang, 2013	Sipariş sıklığı, saklama teknolojisi yatırımı ve bozulma maliyeti arasında bir denge noktası bulmaya çalışmıştır.
	Yang vd., 2015	Bozulma oranı sipariş büyüklüğü dengesine ticari kredi ilişkisi üzerinden yaklaşmışlardır.
	Zhang vd., 2016	Optimum fiyatlama, yeniden sipariş çevrimi, hizmet yatırımları ve saklama yatırımı kararlarını, sermaye ve kaynak kısıtları altında belirleyecek dinamik bir model kurmuştur.
	Dye ve Yang, 2016	Satış yönetimi ve stok maliyet kalemleri arasındaki denge kurmak amacıyla referans satın alma değerini dikkate almıştır.
İki Seviyeli Stok Modelleri	Rahdar ve Nookabadi, 2014	İmalatçı ile ürünleri alan satıcı arasında iş birliğine dayalı üretim teslimat ve stok çevrimi için bir model önermiştir.
	Zhang vd., 2015	İmalatçı ve perakendecinin gelir paylaşımını sağlayarak toplam karı artıracak ve paydaşların saklama yatırımı yaparak ürünlerin bozulmasının geciktirilmesini gerçekleştireceği bir model sunmuştur.
	Bai vd., 2016	Kısıtlamış zaman ufku içerisinde bir imalatçı ve bir perakendeciden oluşan bozulabilir ürün tedarik zinciri problemini ele almıştır.
	Shah vd., 2017	Kontrat yoluyla kredi anlaşmasının bozulma maliyetleri, saklama yatırım maliyetleri ve karlılık üzerine etkilerini araştırmıştır.
	Tayal vd., 2014	İki seviyeli bir tedarik zincirinde, stok, saklama teknolojisi yatırımı, optimum ikmal çevrimi, yok satma dönemi, sipariş miktarı ve net kar gibi çeşitli kararların alınmasına yardımcı olacak model önermiştir.
Çok Tesisli Stok Modelleri	Cai vd., 2010	Dağıtıcının gıda ürünlerini taze tutarak hedef pazara götürmesi gerektiği bir problemi incelemiştir.
	Tsao, 2016	Saklama çabasını, stok yönetimi ve ortak yerleşim kararlarıyla birleştiren, yanı sıra paydaşlar arasında ticari kredi seçeneklerini de değerlendiren bir yaklaşım sunmaktadır

2.2. Gıda Dağıtım Planlama Modelleri

Gıda sektöründe taşıma ve dağıtım faaliyetlerinin ürünün kalitesi, tazeliği ve müşteri hizmet seviyesi üzerinde doğrudan etkileri bulunmaktadır. Son zamanlarda müşterilerin ürün kalitesi konusunda artan talepleri bulunmaktadır. Müşterilerin talepleri tüm ürünlerin aynı tazelikte ve aynı ölçümleme esaslarına sahip olması yönündedir. Fakat sıcaklık, nem, hasat zamanı gibi doğal şartlar düşünüldüğünde tüm ürünlerde aynı standartları sağlamak oldukça güçleşmektedir. Grillo vd. (2017: 255) gıda ürünlerinin bozulma olayına işletmelerin yanı sıra müşteri açısından da bir bakış gerçekleştirmektedir. Gıda ürünlerinin stoklanması ve taşınması durumunda ürünlerin bir kısmında bozulma görülebilmektedir. Bu durumda ürünlerin kalite açısından aynı partideki homojenliği bozulmaktadır. Müşterilerin siparişlerinde standardizasyonu bozan bu durum aslında işletmeler açısından bir yönetim aksaklığı ortaya çıkarmaktadır. Keza, ürünlerin bozulması hem atık oluşumuna hem de kalite aksaklığı sebebiyle fiyatların düşmesine sebebiyet vermektedir. Önerilen çalışmada birbiriyle çelişen iki amaç için çok amaçlı bir model sunulmuştur. Model bir yandan müşteriye sunulacak ürünün miktar ve zamanlamasına karar verirken diğer yandan ürünlerde homojenlik ve tazeliği de garanti etmeye çalışmaktadır. Bu yolla birbiriyle çelişen toplam kar ve ortalama ürün tazeliği gibi iki amaç için en iyi sonuç elde edilmeye çalışılmıştır.

Gıda tedarik zinciri tarım yapan çiftçiden, gıda talebinde bulunan müşteriye uzanan ve içerisinde üretici, dağıtım, toptancı ve perakendeci unsurlarını barındıran sistematik bir organizasyondur. Özellikle dağıtım süreçlerinde değişken ortam şartları ürünün bozulabilmesine sebep olabileceğinden, dağıtım faaliyetleri sırasında sıcaklığın kontrol edilebilmesi bir yandan atıkların azaltılmasına, diğer yandan gıda güvenliği ve ürün kalitesinin artırılmasına imkân sağlamaktadır. Bu sebeple, gıda sektöründeki işletmeler ürünlerinin değerini koruyabilmek için bu konuda çaba sarf etmektedirler. Dağıtım planlama problemleri genellikle teslimat rotalarının, teslimat miktarlarının ve teslimat zamanlamalarının optimizasyonunu sağlayacak kararları içermekte ve genellikle araç rotalama problemleri ile birlikte ele alınmaktadır. Gıda alanında dağıtım ve araç rotalama problemleri denildiğinde ise akla ilk olarak bozulma konusu gelmektedir. Gıda güvenliği bu sebepten dolayı özellikle çalışılan başlıca konulardan biri haline gelmektedir (He vd., 2018: 5).

Taşıma işlemi sırasında dağıtım noktasına kadar ürünlerin kalitesinin bozulmaması için araçların iklimlendirme donanımına sahip olması gerekmektedir. Konu hakkında yapılan çalışmalarda ürün ve ortam koşullarına göre çok farklı uygulamalar bulunabilmektedir. Derigs vd. (2011: 886) öncelikle klasik taşıma problemlerine vurgu yapmakta sonrasında ise

probleme ürün odaklı yaklaşmaktadırlar. Klasik taşıma problemlerinde genellikle birden fazla müşteriye hizmet eden ve belirli depolardan besleme yapılan sınırlı kapasiteli araçların varlığı söz konusu olmaktadır. Bu tarz problemlerin çözümünde genellikle kapasite kısıtları altında tek tip ürünü tüm müşterilere ulaştırabilecek, taşıma maliyetlerini minimize etme amacı taşıyan modellerden faydalanılmaktadır. Derigs vd. (2011: 887) taşıma maliyetlerini azaltabilmek ve araç kapasitesini verimli şekilde kullanabilmek için birden fazla gıda ürününün bir arada taşındığı bir durum için sezgisel bir yaklaşım önermişlerdir. Aracın soğutuculu ve kuru olmak üzere iki farklı bölmesi bulunmaktadır. Heterojen taşıma faaliyetinin bir arada gerçekleşmesi farklı türdeki ürünlerin bir arada taşınması fırsatını ortaya çıkarmaktadır.

Taşıma araçlarının özelliği ürün güvenliği ve maliyetler açısından önem taşımaktadır. Ahumada ve Villalobos (2011: 339-349) taze gıda ürünlerinin üretim-dağıtım planlaması için taktiksel düzeyde bir matematiksel model kurgulamışlardır. Modelin amacı satıcının gelirini en yüksek seviyeye çıkaracak taktiksel kararların alınmasını sağlamaktır. Modelde fiyat tahmini, kaynak uygunluğu, ürünün bozulmasından ve taşımadan kaynaklı maliyetler hesaba katılmaktadır. Depo, imalatçı ve perakendeci gibi tedarik zinciri noktasına yapılan dağıtım operasyonlarında karayolu, havayolu ve tren yolu ulaşımı seçeneklerinin bir taşıma tercihi olarak değerlendirilmesi ve her bir tercihin getirdiği maliyetlerin modele dahil edilmesi modelin özgün tarafını ortaya koymaktadır.

2.2.1. Birleşik Stok ve Dağıtım Planlama Modelleri

Gıda sektöründe ürünler hızlı tüketilen ürünler kategorisinde olduğundan ve ayrıca bozulma ile raf ömrü kıstaslarından dolayı stok ve dağıtım operasyonlarının birlikte yönetilmesi tedarik zincirindeki işletmelerin rekabet avantajı kazanmalarını sağlamaktadır. Daha önce sunulan dağıtım veya stok makalelerinde vurgulanan atıkların azaltılması, raf ömrünün uzatılması, müşteri memnuniyetini sağlayacak ürün tazeliğinin ve hizmet seviyelerinin korunması, fiyat kalite dengesinin sağlanması, sipariş esnekliği, optimum sipariş büyüklüğü ve daha birçok konuda alınacak kararlarda dağıtım ve stok birlikteliğinin sağlanmasının doğrudan veya dolaylı faydaları olmaktadır.

Ürün tazeliğinin korunması adına stok, üretim ve dağıtım aşamasında işletmelerin son zamanlarda artan bir çabası bulunmaktadır. Stok ve dağıtım alanında yapılan çalışmalarda üreticilerin maliyetlerini azaltabilmesi ve ürün tazeliğinin devam ettirilebilmesi birbiriyle çelişen iki durum olarak ortaya çıkmaktadır. Amorim vd. (2012) üreticinin yanı sıra tüketicilerin de bozulabilir gıdaya yaklaşımlarını değerlendirecek bir üretim ve dağıtım

modeli üzerinde çalışmışlardır. İşletmeler gıda konusunda risk almamak için ürünleri için sabit raf ömrü belirlemektedirler. Sabit raf ömrü ürünün bozulmasından kaynaklı işletmenin risklerini asgari düzeye indirmektedir. Zira bozulan ürünün müşteriye satılması işletme için itibar kaybına ve çeşitli maliyetlere sebep olabilmektedir. Müşteriler de raf ömrü geçen ürünü satın alma eğiliminde değildir. Sabit raf ömrü tüm bu riskler doğrultusunda ürünün yaşam süresinden daha kısa bir süre olarak belirlenmektedir. Fakat paketli olmayan taze sebze ve meyve gibi ürünlerde sabit bir raf ömrü tanımlanması pek yaygın olmayan bir uygulamadır. Müşteriler böyle bir uygulamayla karşılaşmadığından genellikle bu tarz ürünlerin raf ömrü için kişisel deneyim ve bozulma emarelerinden hareketle tahminde bulunmaktadırlar. Örneğin tezgâhtaki muzların kararmaya başladığını gören müşteri bu ürünlerin raf ömrünü tamamlamasına kısa bir süre kaldığı fikrine sahip olmaktadır. Böylesi ürünlerin raf ömrü için gevşek tanımlaması yapılmaktadır. Amorim vd. (2012: 89-90) ürünlerin sabit raf ömrüne sahip olduğu durum ile gevşek raf ömrüne sahip olduğu diğer durumu, stok, üretim ve dağıtım kararları açısından karşılaştırmaktadır. Çok amaçlı yapıdaki modelin çelişen iki amacı bulunmaktadır. İlk amaç toplam taşıma, stok, üretim, hazırlık ve bozulma maliyetlerini minimize etmektir. Diğer amaç ise dağıtım noktalarına en taze ürünün ulaştırılmasını sağlayarak müşterinin ödeme istekliliğini maksimize etmektir. Sonuçlar model yoluyla sağlanan faydanın daha çok sevkiyatı sağlanan ürünün tazelik seviyesine bağlı olduğunu göstermiştir.

Gıda taşımacılığı genel olarak kısa mesafelerde ve hızlı sevkiyatın mümkün olduğu noktalarda karayoluyla sağlanmaktadır. Dağıtımın iklimlendirilmiş araçlarla gerçekleştirilmesinin ekonomik, sosyal ve toplumsal etkileri bulunmaktadır. Gıda atığı, gıda taşımacılığında bu üç boyut ile doğrudan veya dolaylı olarak ilişkisi olan en temel faktörlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Soysal vd. (2018: 168) gıda taşımacılığının taşımadan, stoktan ve bozulmadan kaynaklı ekonomik ve çevresel maliyetlerinin yanı sıra yarattığı bir başka unsura değinmiştir. Son zamanlarda çevre savunucularının hassasiyet gösterdiği konulardan birisi çevresel ısınma ve buna sebep olan karbon salınımıdır. Taşıma faaliyetinin gerçekleşmesiyle araçların çevreye bıraktığı karbon gazı çevresel kirlenme sebeplerinden biri haline gelmiştir. Soysal vd. (2018: 168) iki tedarikçinin farklı ürün sağladığı bir gıda tedarik zincirinde, paydaşlar kurulan verimli iş birliğinin karbon emisyonu ve toplam maliyetlerin azaltılması yönünden faydasını ortaya koymuşlardır. Modeldeki temel performans göstergeleri olarak emisyonlar, sürüş zamanı, yakıt ve sürücü maaşından oluşan toplam taşıma maliyeti, stok ve belirsiz talep nedeniyle oluşan atık maliyeti gibi unsurlar yer almaktadır.

2.2.2. Ağ Tasarımı ile Birleştirilmiş Dağıtım Modelleri

Gıda sektöründe yapılan dağıtım ağı çalışmalarına bakıldığında genellikle dağıtım merkezinin tüm paydaşların taşıma maliyetlerini azaltacak ortak bir noktada kurulması, sonrasında ise bu dağıtım merkezinin etrafında üreticiden, perakendeciye ve hatta müşteriye doğru bir akış kurulacak şekilde bir ağ yapısının tasarlanması planlanmaktadır. Gıda tedarik zincirlerinde dağıtım ağının doğru tasarlanması taşıma maliyetlerinin azaltılması ve bozulabilir ürünün kalitesinin korunmasında stratejik önem taşımaktadır. Literatürde konu hakkında yapılan çalışmalara göz atıldığında büyük oranda zaman kısıtının olmadığı tek zamanlı problemlerin çalışıldığı görülmektedir (He, vd., 2018: 6). Fakat yine de son zamanlarda probleme yönelik farklı ve yenilikçi modeller de geliştirilmektedir. Rashidi vd. (2016: 3036) tasarladıkları iki amaçlı model ile yerleşim ve stok kararlarını içeren gıda tedarik zincirleri için bir optimizasyon önerisinde bulunmuşlardır. Model yoluyla ortak noktalardan dağıtım merkezine gelen ve dağıtım merkezinden nihai hedeflere iletilen ürünlerin ortaya çıkardığı taşıma maliyetleri, stokta ürün bulundurmada kaynaklı elde bulundurma maliyetleri ve dağıtım merkezlerinin kurulmasından kaynaklı sabit maliyetlerin belirsiz talep altında minimize edilmesi amaçlanmaktadır. Yöntem olarak Pareto'ya dayalı meta-sezgisel algoritma ile genetik algoritma türevleri kullanılmıştır.

Tedarik zincirlerinin kurulmasında paydaşlar arasındaki mesafe, konum ve karşılıklı karı yüksek tutacak dağıtım planlamasını gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Rekabet ortamında sipariş çevikliği sağlayacak ve sipariş çevrimini azaltacak şekilde ağ tasarımının kurulması ve dağıtım araçlarının seçimi fonksiyonel anlamda tedarik zincirlerine çeşitli kazanımlar sunabilmektedir. Drezner ve Scott (2013: 301-313) imalatçı ve dağıtıcı arasında toplam stok ve taşıma maliyetlerini düşürecek en uygun depo yerleşim noktasının bulunmasına olanak sağlayacak bir model üzerinde çalışmışlardır. Model çözümü için “genelleştirilmiş Weiszfeld algoritması” diye bilinen sezgisel bir algoritma ile “büyük üçgensel ve küçük üçgensel” adı verilen küresel optimizasyon algoritmasından faydalanarak dağıtım merkezi yerleşim kararının stok kararları üzerindeki etkisini karşılaştırmalı göstermeye çalışmıştır. Dulebenets vd. (2016: 120) bir tedarik zinciri ağı tasarımında taşınan ürünün bozulma olasılığının taşıma tercihleri üzerindeki etkisini göstermiştir. Bozulma maliyeti yükseldikçe ürünü karayolu, havayolu veya demiryolu ile taşıma tercihleri değişmektedir. Taşıma tercihi sonucunda ise toplam taşıma sürelerinde ve ilgili maliyetlerde farklılıklar görülmektedir.

Gıda dağıtım planlama modellerine ilişkin literatür örnekleri Tablo 2.2.'de özetlenmiştir.

Tablo 2.2 Gıda dağıtım planlama modelleri ve literatürden örnekler

Model Türü	Literatürden Örnekler	Özellik
Genel Gıda Dağıtım Planlama Modelleri	Grillo vd., 2017	Önerilen model ile bir yandan ürünün miktar ve zamanlamasına karar verilirken diğer yandan ürünlerin homojenlik ve tazeliği de garanti edilmeye çalışılmaktadır.
	Derigs vd., 2011	Birden fazla gıda ürününün bir arada taşındığı bir durum için sezgisel bir yaklaşım önermiştir.
	Ahumada ve Villalobos, 2011	Depo, imalatçı ve perakendeci arasında yapılan dağıtım operasyonlarında karayolu, havayolu ve tren yolu ulaşımı seçenekleri bir taşıma tercihi olarak değerlendirilmiş ve ilgili maliyetler modele dahil edilmiştir.
Birleşik Stok ve Dağıtım Planlama Modelleri	Amorim vd., 2012	Ürünlerin sabit raf ömrüne sahip olduğu durum ile gevşek raf ömrüne sahip olduğu diğer durumu, stok, üretim ve dağıtım kararları açısından karşılaştıran çok amaçlı bir model kurmuştur.
	Soysal vd., 2018,	İki tedarikçinin farklı ürün sağladığı bir gıda tedarik zincirinde, paydaşlar kurulan verimli iş birliğinin karbon emisyonu ve toplam maliyetlerin azaltılması yönünden faydasını ortaya koymuştur.
Ağ Tasarımı ile Birleştirilmiş Dağıtım Modelleri	Rashidi vd., 2016	Yerleşim ve stok kararlarını içeren iki amaçlı model ile gıda tedarik zincirleri için bir optimizasyon önerisinde bulunmuşlardır.
	Drezner ve Scott, 2013	İmalatçı ve dağıtıcı arasında toplam stok ve taşıma maliyetlerini düşürecek en uygun depo yerleşim noktasının bulunmasını sağlayacak bir model üzerinde çalışmışlardır.
	Dulebenets vd., 2016	Tedarik zinciri ağı tasarımı taşıyan ürünün bozulma olasılığının taşıma tercihleri üzerindeki etkisini göstermiştir.

2.3. Ürün Farklılaşması, Müşteri Tercihi ve Üretim Kararı Modelleri

Gıda tedarik zincirlerinde stoklama ve dağıtım kararlarının yanı sıra müşteri tercihleri, müşterinin fiyat ve kalite hassasiyeti, farklılaştırılmış ürün ve üretim kararları da maliyet ve karlılık üzerinde etki yaratabilmektedir. Özellikle müşterinin gıda tüketim alışkanlıkları, atığa karşı tutumları ve üretim hassasiyeti, müşterinin ürün tercihinde baskın unsurlar olabilmektedir. İşletmeler, ürünün kalitesi ve tazeliğinden hareketle çeşitli fiyatlandırma politikaları ortaya koyabilmektedirler. Sektörde stok, üretim, taşıma, fiyatlandırma gibi birçok karar aslında bütünsel alınması bir başka deyişle birlikte ele alınması gereken kararlar iken temelde müşteri beklenti ve ihtiyacını gidermek amacı taşıması gerekmektedir.

Gıda ürünlerinin fiyatlandırma esaslarında stok kararları önemli yer tutmaktadır. Özellikle bozulabilen ürünlerin kısa raf ömürleri düşünüldüğünde bozulan ürünlerin maliyetini çıkarabilmek için satılabilir ürünler üzerinden fiyat güncellemelerinin yapılmasına sıklıkla ihtiyaç duyulabilmektedir. Li vd. (2012) eski ve yeni ürünün bir arada satılmadığı durumda alınan fiyatlama ve stok kararlarının yarattığı değişimi göstermişlerdir. Her bir zaman diliminin birbirinden bağımsız değerlendirildiği koşullarda satıcı zaman diliminin başında veya sonunda karar almaktadır. Bunlardan birinde satıcı yeni ürün kullanımına karar vermekte ve bu doğrultuda dönem başında ürün siparişi vererek yeniden ikmal politikalarını uygulamaktadır. Diğerinde ise eski ürün kullanımına karar vermekte ve dönem sonunda elde kalan ürünlerin atığa dönüşmesine izin vermektedir (He, vd., 2018: 8). Pasternack (2008: 133) kısa ömürlü ürün satan üreticinin karşılaştığı fiyatlama problemine değinmiştir. Problemin özünde tek zamanlı bir stok modeli fiyatlama ve ürün geri dönüşü açısından ele alınmaktadır. Model, satılmayan ürünlerin geri alındığı ya da geri alınmadığı iki farklı senaryo doğrultusunda çalıştırılmıştır. Sonuçta üreticinin geri dönüşe izin vermesi durumunun, çok sayıda perakendecinin bulunduğu bir tedarik zinciri ağında, dağıtım kanallarının koordinasyonu adına faydalarının olduğu görülmüştür. Chen ve Sapra (2013: 344) yine eski ve yeni ürün tüketimine yönelik olarak iki analiz doğrultusunda fiyatlama ve maliyet analizinin gerçekleştirildiği çok zamanlı bir çalışma yapmışlardır. İlk senaryoda stoktan ürün çekmek için “ilk gelen ilk çıkar”, (FIFO) anlayışı doğrultusunda üreticinin stoktan ürün çıkışını kontrol ettiği ve eski ürünün daha önce kullanıldığı durum incelenmiştir. Bu senaryoda müşteriye gönderilecek ürüne karar veren üretici olmaktadır. Diğer senaryoda ise ilkinin aksine “son giren ilk çıkar”, (LIFO) anlayışına göre stok yönetiminin gerçekleştiği durum ele alınmıştır. İkinci senaryoda ise ürün tercihi müşteriye bırakılmıştır ve müşterinin tercihi de bozulma riskinin daha az olduğu en taze gıda yönündedir. LIFO anlayışına göre hareket eden üreticinin satıştan önceki ürün bozulma riski artmaktadır. İki anlayış da

karşılaştırıldığında büyük çaptaki siparişler için FIFO esaslarına göre hareket etmenin üreticiler açısından daha uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

2.3.1. Ürün Farklılaşmasını Konu Edinen Modeller

Perakendecilerin veya müşterilerin gıda ürünü talebini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Çoğu zaman sipariş, üretim ve dağıtım kararları bu faktörler çerçevesinde şekillenmektedir. Aynı ürün grubunda farklılığı yaratan unsur ürünün yaşam süresidir. Ürünün tazeliğinden hareketle müşterilerin alışveriş tercihleri de değişebilmektedir (He vd., 2018: 7-8).

Gıda ürününün tazeliği ve kalitesi aslında neredeyse aynı tanımı ifade etmektedir. Bu durum ise ürünlerin raf ömrüyle doğru orantılıdır. Bir başka deyişle, raf ömrünün sonunda ürün bozulmaktadır. Saklama teçhizatının yetersizliği veya ürünler arasındaki yaş farkı nedeniyle stoktaki ürünlerin bozulması parça parça da gerçekleşebilmektedir. Stokta bulunan sağlam ürünler tüketim için hala uygun olabilmektedir. Fakat bu durumda dahi müşteriler parçalı bozulmayı göz önüne alarak ürünün kalitesinden şüphe duymaktadırlar. Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda ürünün stokta geçirdiği zaman eşit zaman aralıklarına bölünerek ürün için bir yaş çizelgesi ortaya konulmaktadır. Ürünün yaşından hareketle raf ömrü içerisinde ürünün stoktan çıkıp müşteriye ulaşana kadar olan süreç planlanmaktadır. Müşteriler ürünün kısıtlı yaşam süresini ve bu sürenin sonunda gerçekleşebilecek bozulmayı göz önüne alarak ürünü satın almaktan vazgeçebilmektedirler. Dolayısıyla ürünlere olan talep, stoktaki bozulabilir ürünlerin yaşından etkilenmektedir. Mirzaei ve Seifi (2015: 213-214) benzer olarak stoktaki bozulabilir ürüne olan talebin ürünün yaşından etkilenmesi durumunda alınacak stok ve teslimat kararlarını incelemiştir. Amacı toplam taşıma, yok satma ve stok elde bulundurma maliyetlerini minimize etmek olan model doğrusal olmayan karışık tam sayılı yapıdadır. Yaş faktörü, modele teslimat tarihinin bir fonksiyonu olarak doğrusal olmayan bir kısıt ile dahil edilmiştir. Model içerisinde tam sayılı değişkenleri barındırdığından NP-zor yapıdadır. Bu zorluğun üstesinden gelebilmek için tabu arama ve benzetim tavlama gibi meta-sezgisel algoritmalarla faydalanan çözüm algoritması rahatlatılmıştır.

Aynı ürün grubunun farklı yaş grupları içermesinin maliyet ve karlılığa etkisini inceleyen başka çalışmalar da bulunmaktadır. Gıda ürünlerinin tazeliği ve raf ömrü zaman zaman karar vericilerin stok ve dağıtım kararlarını etkilediği gibi satış kararları üzerinde de çeşitli politikaların geliştirilmesine etken olabilmektedir. Herbon (2018: 1738) sabit fiyat politikası sonucunda stokta olan bazı ürünlerin süresi dolmasa bile elde kalabileceğini

vurgulamaktadır. Bu sebeple gıda ürünleri için sabit fiyat uygulaması yerine heterojen yaş grubuna sahip bir ürün grubu için fiyat farklılaştırmasını önermektedir. Yapılan analizde müşterilerin fiyat hassasiyetinin taze ürünler karşısında düşük olduğu buna karşın raf ömrünün sonuna doğru müşterilerin fiyat hassasiyetinin de arttığı görülmüştür. Üreticiler ve perakendeciler açısından bakıldığında heterojen ürün grubuna endeksli farklılaştırılmış ürün fiyatlandırma politikasının karlılığı arttırdığı aynı zamanda üretici ve perakendecileri fiyat risklerine karşı da daha dayanıklı hale getirdiği görülmüştür. Hu vd. (2015: 1) ele aldıkları problem, günlük satışın gerçekleştiği bir perakende noktasında stoktaki ürünün tazeliği doğrultusunda fiyatlandırmanın gerçekleştirildiği, satış periyodu sonrası kalan ürünlerin üreticiye iade edildiği ve karar vericinin her satış periyodu sonunda ertesi satış periyodu için sipariş miktarına karar verdiği üç farklı karar mekanizması barındırmaktadır. Fırıncılık tedarik zinciri içerisinde ele alınan problemin perakende aşamasında, taze ürün günün ilk saatlerinde en yüksek fiyattan satılmaktadır. Günün son saatlerinde elde kalan ürünler içinse belli oranda fiyat iskontosu uygulanmaktadır. Günün sonunda satılamayan ürünler imalatçıya iade olunmakta ya da imha edilmektedir. Analizde müşteri tatmini ve müşteri alım gücü arasındaki ilişkiye odaklanılmaktadır. Zira ürünün en taze haline alım gücü yetmeyen bazı müşteriler ürünün indirimde girme zamanını beklemektedir. Ürün gün sonunda tazeliğini kaybetmesine rağmen hala tüketilebilir durumdadır. Özellikle fırıncılık endüstrisinde, ürünlerin çabuk tüketilebilir olması gerekmektedir. Ürünleri raf ömrü neredeyse bir günden daha az olduğundan ürünlerin ertesi güne aynı kalite ile ulaşması mümkün değildir. Böylesi tazeliğin önem kazandığı gıda tedarik zincirlerinde ürünlerin stokta bekletilmesi tercih edilen yönetsel bir yaklaşım olmamaktadır. Müşteriler ise bu duruma karşı iki farklı yaklaşım geliştirmektedirler. Alım gücü yüksek müşteriler ürünü en taze olduğu zaman da talep etmektedirler. Diğer grup alım gücü düşük olan müşteriler ise ürünü en düşük fiyattan temin etmektedirler. Fakat alım gücü düşük olan müşteriler de ürünün yaşam süresini yavaşlatabilmek adına çeşitli uygulamalar gerçekleştirmektedirler. Örneğin, raf ömrünün sonuna yaklaşan fırın, tavuk, et gibi ürünler genellikle müşteriler tarafından riskli ve kalitesiz görülüp tercih edilmemektedir. Fakat saklama ve dondurma teknolojisinin yardımıyla ürünleri raf ömründen daha fazla süre elde tutmak mümkün olabilmektedir. İkinci müşteri grubu bu seçenek doğrultusunda iskonto uygulanan ürünleri alım güçleri doğrultusunda daha cazip görerek alım eğilimi sergilemektedirler. Li vd. (2016: 1) raf ömrünün sonuna ulaşan ürüne iskonto yapılmasını modeline taşıyan diğer araştırmacılar arasındadır. Çalışmalarında iki farklı grup oluşturarak karşılaştırma yapmışlardır. İlk gruptaki ürünler için herhangi bir yaş bilgisi bulunmazken diğer gruptaki ürünlerin ambalajlarına ürünlerin yaşını içeren barkodlar

yapıştırılmıştır. Dinamik stok ve satış kontrolü bu barkodlar vasıtasıyla sağlanmış yaşı ilerleyen ürünlerin satış fiyatı üzerinde indirim uygulanmıştır. Kurulan model ile satış indiriminin karlılık ve maliyetler üzerindeki etkisi incelenmiştir.

2.3.2. Homojen ve Heterojen Müşteri Tercihi Modelleri

Ürüne bağlı satış ve maliyet planlamasında ürüne olan talebin homojenleştirilmesi hesap kolaylığı sağlamaktadır. Aynı zamanda bu varsayım benzer kalite seviyesinde ürün isteyen müşterilerin tercihlerini yansıtmaktadır.

Bozulabilir ürünleri raf ömrü ve kalite ilişkisinden hareketle müşteri tercihleri doğrultusunda üç farklı sınıf altında toplamak mümkündür (Ferguson ve Koenigsberg, 2007: 306-307). İlk tip ürün grubunda ürünlerin sürekli bozulma durumu gözlenmemektedir. Fakat raf ömrü olarak verilen tarihe ulaştıktan sonra ürün kullanılamaz duruma düşmektedir. Bu tarz ürünler için raf ömrü sonuna kadar farklı zaman dilimlerinde farklı satış büyüklüklerine bağlı olarak farklı fiyat tarifeleri uygulanabilmektedir. Belirlenen tarihten sonra ürünün hiçbir maddi değeri kalmamaktadır. İkinci tip ürün grubunda ürünlerin zamanla sürekli olarak bozulması ya da değerinin düşmesi söz konusudur. Ancak bu tarz ürünlerin yerine yenisi gelene kadar ürünün azalan ivmeyle de olsa bir değeri bulunmaktadır. Yeni ürün grubu geldiğinde eski ürün grubunun hiçbir değeri kalmamaktadır. Üçüncü tip ürün grubunda ise ürünün zamanla sürekli olarak bozulması gerçekleşmektedir. Bu tip ürünlerde eğer tam bozulma gerçekleşmemişse ürünün satış değeri hiçbir zaman sıfıra düşmemektedir. Ürünlerin fiyatlamasında eski ve yeni ürünler olarak bir ayrım gerçekleştirilmektedir. Eski ürünler düşük kalite seviyesi nedeniyle düşük fiyatlamaya tabi tutulmaktadır. Aynı ürün grubu dahi olsa ürünlerin yaşlarından ötürü eski ve yeni olarak farklılaşması fiyat hassasiyeti olan müşterilerin ayrışmasına sebebiyet vermektedir. Ayrışan müşteriler, tercihleri farklı heterojen müşteri topluluğunu oluşturmaktadır.

Heterojen müşteri grubunun ürün tazeliği konusundaki farklı hassasiyet algısının satıcı tarafından dikkate alınmaması, satıcının karını azaltıp maliyetlerini yükseltebilmektedir. Dinamik fiyatlamanın, heterojen ürün ve müşteri gruplarının var olduğu bir tedarik zincirinde etkin bir fiyatlama mekanizması olduğunu gösteren çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Akçay vd., 2010; Gallego ve Hu, 2014). Herbon (2014) heterojen müşteri gruplarının taze ürünlere karşı hassasiyetlerinden hareketle kurulacak fiyatlama mekanizmasına örnek bir model geliştirmiştir. Modelde tüketicilerin seçimleri dikkate alınarak analiz gerçekleştirilmektedir. Analiz sonucunda dinamik fiyatlamanın durağan fiyatlamaya nazaran hem satıcılar hem de tüketiciler açısından daha yararlı olduğu görülmüştür. Herbon (2017) başka bir çalışmada

ise farklı yaşam süresi ve farklı satış fiyatı olan çoklu ve birbirinin muadili ürünlerin homojen yapıdaki müşteri grubuna sunulduğu bir problemi ele almıştır. Müşteri tercihlerinin homojen olduğu durumda tek yaş uygulamasının çok yaş uygulamasına göre daha iyi performans gösterdiği görülmüştür (He vd., 2018: 8).

Gıdada ürün farklılaşması, müşteri tercihi ve üretim kararı modellerine ilişkin sunulan literatürden örnekler Tablo 2.3.' te özetlenmiştir.

Tablo 2.3 Gıdada ürün farklılaşması, müşteri tercihi ve üretim karar modelleri literatür örnekleri

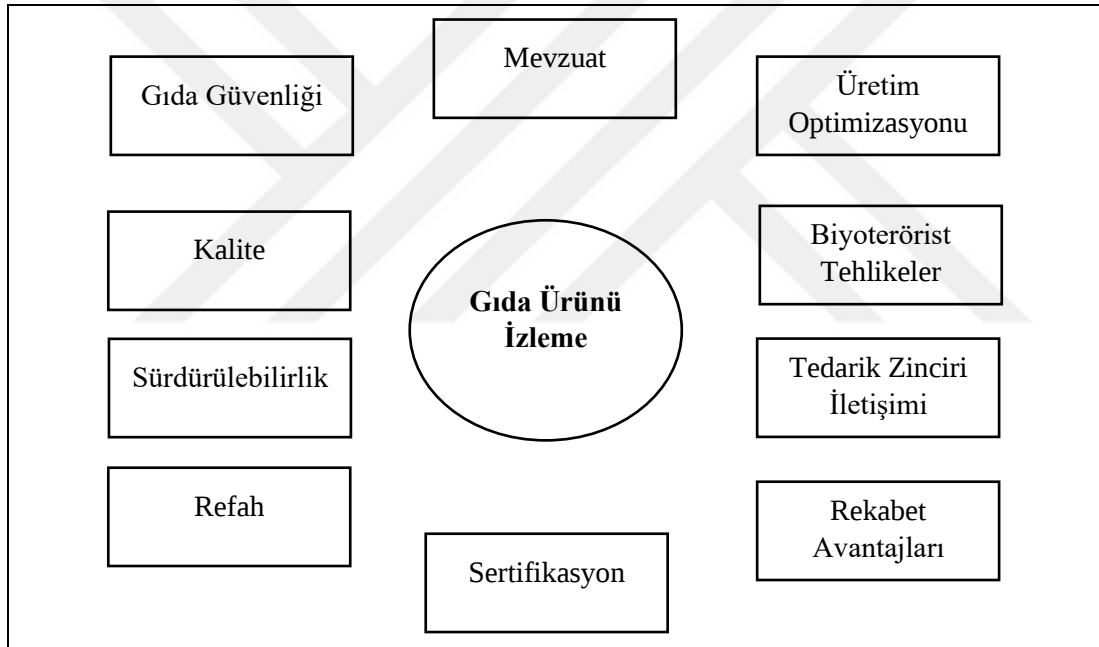
Model Türü	Literatürden Örnekler	Özellik
Ürün Farklılaşmasını Konu Edinen Modeller	Mirzaei ve Seifi, 2015	Stoktaki bozulabilir ürüne olan talebin ürünün yaşından etkilenmesi durumunda alınacak stok ve teslimat kararlarını incelemiştir.
	Herbon, 2018	Gıda ürünleri için sabit fiyat uygulaması yerine heterojen yaş grubuna sahip bir ürün grubu için fiyat farklılaştırmasını önermektedir.
	Hu vd., 2015	Günlük satışın gerçekleştiği bir perakende noktasında stoktaki ürünün tazeliği doğrultusunda fiyatlama, ürün iadesi ve sipariş miktarı gibi üç farklı karar mekanizması barındıran bir problemi incelemiştir.
	Li vd., 2016	Raf ömrünün sonuna ulaşan ürüne iskonto yapılması senaryosunu modellemiştir.
Homojen ve Heterojen Müşteri Tercihi Modelleri	Gallego ve Hu, 2014	Dinamik fiyatlamının, heterojen ürün ve müşteri gruplarının var olduğu problemlerde etkin bir fiyatlama mekanizması olduğunu göstermiştir.
	Herbon, 2014	Heterojen müşteri gruplarının taze ürünlere karşı hassasiyetlerinden hareketle kurulacak fiyatlama mekanizmasına örnek bir model geliştirmiştir.
	Herbon, 2017	Farklı yaşam süresi ve farklı satış fiyatı olan çoklu ve birbirinin muadili ürünlerin homojen yapıdaki müşteri grubuna sunulduğu bir problemi ele almıştır.

2.4. Ürün İzleme ve Ürün Geri Çağırma Modelleri

Bozulma oranının yüksek olduğu gıda ürün gruplarında aynı kalite seviyesini yakalamak oldukça zordur. Gelişen teknolojik altyapı, gıda güvenliği ve izleme faaliyetlerini kolaylaştıran çeşitli uygulamaları işletmelerin hizmetine sunmaktadır. Barkod izleme sistemleri, RFID teknolojisi, zaman sıcaklık göstergeleri (TTI), ortamın nem ve benzeri

durumunu gösteren çeşitli sensörler ürünleri benzer kalite seviyesini muhafaza etmek, yaşam sürelerini uzatmak için alınması gereken stok, üretim ve dağıtım kararlarında karar vericinin elini güçlendirmektedir. Barkodların üzerine ürünle ilgili içerik, işlenme yöntemi, işlenme zamanı, üretim tarihi, son tüketim tarihi, depoda bekletilme koşulları ve daha birçok bilgi işlenebilmektedir. Bu bilgiler gıda tedarik zincirinin hemen hemen her aşamasında ortaya çıkabilecek gıda riskinin önlenmesinde sorumlulara bilgi akışı sağlamaktadır. Ayrıca satılan ürünlerle ilgili sağlık riski ve benzeri herhangi olumsuz bir durumda ürünlerin geri çağırılması mümkün olabilmektedir. Ürün kimliklerinin bu denli faydalı olması hükümetlerin bu konuda çeşitli teşvik ve düzenlemeler getirmesinin de önünü açmaktadır (Hong, vd. 2011: 119).

Gıda ürünü izleme faaliyetlerinin iç içe olduğu etkilendiği veya etkilediği çeşitli faktörler bulunmaktadır. Karlsen vd. (2013: 412) bu etkileşimleri on farklı unsur altında toplamıştır. Şekil 2.1’de gıda izlenirliği ile etkileşimi olan bu unsurlar görülmektedir.



Şekil 2.1 Gıda izleme faaliyetlerini etkileyen unsurlar

Kaynak: Karlsen vd., 2013: 412

İzleme faaliyetini etkileyen unsurlar birleştirildiğinde etkileşim içerisinde olduğu çeşitli boyutlar bulunmaktadır (Bosona ve Gebresenbet, 2013: 36-37). Boyutlardan biri düzenleyicilik etkisidir. Hükümetlerin gıda israfı, gıda atığını önleme yönünde gıda izleme faaliyetlerine yönelik çeşitli yaptırımları olabilmektedir. Gıda işletmeleri kar ya da maliyet esasına bakmaksızın hükümetin bu tarz yaptırımlarını uygulamakla yükümlüdür. Yaptırımların aynı zamanda tüketicileri korumaya yönelik olduğu da görülmektedir. Nitekim Avrupa Birliği’nde ürün izleme faaliyetlerine yönelik mahkemeler yer almaktadır (Kher vd., 2010: 262). Düzenlemeler gereği gıda izleme faaliyetlerine yönelik olarak istenildiğinde

zorunlu olarak ürüne ait parti numarası, ürün kimliği, ürün tanımı, tedarikçi kimliği, miktar, ölçü birimi, alıcı kimliği gibi bilgilerin kaydedilmesi gerekmektedir. Yanı sıra yine ürüne ait tedarikçinin adı, iletişim bilgileri, giriş tarihi, menşe ülkesi, paket tarihi, ticari birim, nakliye aracı kimliği, lojistik hizmet sağlayıcısı kimliği, alıcının adı ve teslimat tarihi gibi bilgilerinde kaydedilmesi tavsiye edilmektedir (Bosona ve Gebresenbet, 2013: 36).

Üzerinde durulan bir diğer boyut güvenlik ve kalite etkisidir. Özellikle zirai mücadele yöntemleri gereği zararlı haşerelerle baş edebilmek için çeşitli kimyasallardan faydalanılmaktadır. Çiftçiler kaliteli ürün elde edebilmek için yönlendirildikleri bu kimyasalları kullanmaktan kaçınmamaktadırlar. Gıda ürünlerinin üzerinde kalan toksik madde kalıntıları tüketicinin sağlığını da etkileyebilmektedir. Çoğu gelişmiş ülke özellikle ithal edilen gıdalara pestisit, ağır metal ve zirai ilaç konusunda çeşitli standartlar getirmektedirler. Gıda izleme faaliyetleri ile ürünler için kullanılan kimyasallar gözetim altında tutulmaktadır.

Sosyal bir başka deyişle toplumsal etki gıda izleme faaliyeti ile ilişkili bir diğer boyuttur. Ekonomik durumu gelişen toplumlarda tüketicilerin kalite isteği de artmaktadır. Tüketiciler tükettikleri ürünlerin nereden geldiği, ne şartlarda üretildiği ve buna benzer birçok konuda bilgi sahibi olmak istemektedirler. Her ne kadar hükümetler ürün izleme faaliyetleri çerçevesinde bazı bilgilerin kamuya açık olmasını istese de şirketler gıda izleme faaliyetleri doğrultusunda açık bilgi politikası uygulamayı bir pazarlama stratejisi olarak da kullanabilmektedirler. Toplumun gıda izleme konusundaki hassasiyetine dikkat eden işletmeler hem daha çevreci hem de daha rekabetçi bir yapıya bürünmektedir. Nitekim ekonomik etki de gıda izleme faaliyetinin etkileştiği boyutlar arasındadır. Güçlü bir gıda izleme altyapısı kuran işletmeler gıda pazarları için daha güvenilir ve tercih edilir konuma gelmektedirler. İşletmelerin gıda ürünlerinin erişilebilir olması müşterilerin gözünde ürünlerin değerini artırmaktadır. Böylesi işletmeler talep sıkıntısı çekmeden ürünlerini daha yüksek fiyattan pazarlayabilmektedirler.

Son olarak teknolojik gelişmeler gıda izleme faaliyeti için gerekli altyapının kurulmasını kolaylaştırmaktadır. Dolayısıyla, gıda izleme ile teknolojik etkinin de ilişkisi içerisinde olduğu görülmektedir. Geçmişe nazaran teknoloji maliyetlerinin ucuzlaması ve karmaşık sistemlerin kurulumunun basitleştirilmesi sayesinde tüm tedarik zinciri boyunca ortaya çıkabilecek problemler önceden tespit edilebilmektedir. Ürünlerdeki standart dışı problemler geliştirilen aygıtlarla giderilebilmekte ve ürün kalitesi korunup geliştirilebilmektedir. Bu durum gıda işletmelerinin teknolojik yatırımlar yapmasına ön ayak olmaktadır.

Gıda izleme faaliyeti konusunda yapılan çalışmalar bu boyutlarda ortaya çıkan problemlerin çözümüne katkı sağlamaktadır. Resende-Filho ve Hurley (2012: 596-597) çalışmalarında, iki seviyeli bir tedarik zincirinde sözleşme koşullarıyla kurulan izleme faaliyetinin gıda güvenliğini sağlama konusundaki etkilerini incelemişlerdir. Aynı zamanda hükümetin gıda izleme düzenlemelerinin gıda güvenliğine katkısını görmek de modelin amaçlarından biridir. Modelde homojen yapıdaki üreticilerin gıda güvenliğini sağlama koşuluyla ödeme alması varsayımı dikkate alınmıştır. Elde edilen sonuçlarda, genel olarak bilinenin aksine, hükümetin gıda izleme konusundaki yaptırımlarının işletmenin maliyetini artırmasına rağmen ürün güvenliğini sağlamada yeterince katkısının olmadığı görülmüştür. Piramuthu vd. (2013: 253) benzer olarak üç seviyeli bir tedarik zincirinde RFID teknolojisi destekli izleme faaliyetinin içerik açısından zararlı gıda ürününün geri çağırılmasındaki öncül etkisini araştırmışlardır. İzleme operasyonları sayesinde gıda tedarik zincirinin üç aşamasında içerik yapısı gözlemlenmektedir. Sonuçta daha iyi seviyedeki gözlemlene faaliyetlerinin ve ürün geri çağırma politikalarının ürün içeriklerinin iyileştirilmesine katkı sağladığı görülmüştür. Wang vd. (2010: 463) gıda ürün güvenliğini sağlayacak izleme faaliyetleri ile üretim planını iyileştirecek kararların birlikte ele alındığı bir model üzerinde çalışmışlardır. Modelin amacı hem ürün parti büyüklüğünü optimize edecek hem de partinin toplum dağılımından kaynaklı riskleri azaltacak şekilde izleme faaliyetlerini ve üretim performansını iyileştirmektir. Memon vd. (2015: 1) benzer olarak izleme faaliyetlerinin ürün güvenliği üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Ürün çağırma söz konusu olduğunda tedarik zincirinin neredeyse tüm paydaşları çeşitli kayıplar yaşamaktadır. Araştırma izleme faaliyetlerinin yaygınlaştırılmasının tüm paydaşlar nezdinde ürün krizinden kaynaklı kayıpların önüne geçtiği ancak yoğun izleme faaliyetlerinin operasyonel maliyetleri artırdığı görülmüştür.

2.5. Gıda Sektöründe Gelecek Gelişmelere Açık Modeller

Gıda stok, üretim ve dağıtım sistemlerine yönelik modellerin günümüz koşullarında çevresel, toplumsal ve ekonomik boyutlara sahip, atığın ve bozulmanın önüne geçmeyi amaçlayan, tüketici beklentilerini karşılayacak ürün kalite seviyesinin korunmasına yönelik güçlü karar destek sistemleri oldukları görülmektedir. Gelecekte gıdaya olan ihtiyacın dünya nüfus artışının paralelinde sürekli artacağı düşünüldüğünde gıda problemlerinin çözümüne yönelik modellere olan ihtiyacın şimdikinden çok daha fazla olacağını tahmin etmek çok da zor değildir. He vd. (2018: 9-10) mevcut modellerin parametre kısıt ve değişkenlerinden hareketle modellerin geliştirilebilir yönlerine aşağıdaki örnekleri vermektedir:

- **Belirsiz Talep:** Mevcut gıda stok, üretim ve dağıtım modellerinin birçoğunda talep ve talebe bağlı fiyat ve kalite parametrelerinin belirli olarak varsayıldığı görülmüştür. Talebin sabit ve belirli varsayımı gerçekte sürekli değişim gösteren dünya koşulları altında gerçek duruma aykırılık göstermektedir. Modellerin gerçek duruma daha yakın olarak modellenmesi veyahut problemlerin stokastik olarak ele alınıp çözülmesi gıda üretim modellerine katkı sağlayacaktır.
- **Bozulma Süreci:** Gıda problemlerinin birçoğunda bozulma eyleminin sadece gıda tedarik zincirinin tek bir aşamasında yaşandığı varsayılmıştır. Bir başka deyişle, ürünün ya stokta ya üretimde ya da dağıtım aşamasında bozulduğu varsayımı üzerine çalışılan birçok problem bulunmaktadır. Ürünün kısa yaşam ömrü düşünüldüğünde gıda için bozulma süreklilik arz eden ve gıda tedarik zinciri boyunca devam eden bir süreçtir. Bozulma sürecinin gıda tedarik zinciri bünyesinde çok aşamalı olarak düşünülmesi çözümü güçlendirecektir.
- **Kalite Parametreleri:** Modellerde kullanılan kalite parametreleri ürünlerin kalite standartları doğrultusunda belirlenmektedir. Kalite parametrelerinin değişen müşteri beklentileri, yeni üretim teknolojileri, zararlı haşerelerle mücadele ve koruma altyapısı gibi teknolojik, kimyasal, biyolojik etmenleri de içermesi kapsayıcılığı artıracaktır.
- **Dağıtım ve Geri Çağırma Birlikteliği:** Tedarik zincirlerinde tersine süreçlerin ele alındığı birçok problem bulunmaktadır. Gıda tedarik zincirlerinde ise dağıtım ve geri çağırma problemleri genelde ayrı problemler olarak değerlendirilmektedir. Bu durumun aksine özellikle dağıtım ağının geri çağırma süreçlerine düşünerek tasarlanması, hatta dağıtım merkezleri yerleşim kararlarında bu birlikteliğin dikkate alınması işletmelerin rekabet gücüne ve maliyet kazanımlarına faydalı olacaktır.
- **Yeni Koruma ve Saklama Teknolojisi:** Teknolojinin sürekli gelişmesi gıda sektöründe saklama ve koruma altyapısının da sürekli olarak iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır. Yeni teknolojik gelişmeleri dikkate alan modeller daha az maliyetli stok kararlarının, daha verimli taşıma faaliyetlerinin ve daha iyi kalite seviyelerinin elde edilmesine öncü olabileceği düşünülmektedir.

2.6. Bulanık Mantık

Günümüzde karmaşık süreçler, süreç kontrolü sağlayacak sistemlerin kurulmasını güçleştirmektedir. Sistemlerin kurulabilmesi için birçok farklı değişkeni birlikte ele alıp maliyet ve karlılık açısından en uygun çözümü sunacak modellere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durumlarda en iyi çözüme ulaşabilmek için model değişkenlerinin sabit ve kesin değerler

alması çözüm aşamalarını kolaylaştırmaktadır. Fakat doğada var olan gerçek sorunların birçoğu belirsizdir ya da probleme ait değişkenler zamanla değişim gösterebilmektedir.

Modellerde belirsizliğin değişkenler üzerindeki etkisine göre değişkenlere bir ağırlık ataması yapılmaktadır. Ağırlıkların belirlenmesi için genellikle uzman kişilerin deneyimlerine başvurulmaktadır. Bulanık mantığın temel felsefesi insan deneyimine olan ihtiyacın giderilmesidir. Yani, insana özgü algı ve hareket tarzının matematiksel modele dahil edilmesi hedeflenmektedir.

Bulanık mantık çerçevesinde matematiksel modellere dilsel değişkenler yoluyla değişen koşullar karşısında daha esnek bir yapı kazandırılmaktadır. Ayrıca dilsel değişkenler aracılığıyla subjektif önyargıların da önüne geçilmektedir. Elde edilen bulanık veriler bulanık operatörler tarafından işlenerek durulaştırılma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bulanık mantık söz konusu işlemleri gerçekleştirebilmek için matematiksel bir alt yapıya ihtiyaç duymaktadır. Bulanık küme teorisi bu ihtiyaç neticesinde geliştirilmiştir. Bulanık mantığı ilk olarak ortaya koyan Zadeh (1965)'e göre teori şu özellikler çerçevesinde şekillenmektedir (Elmas, 2010: 185-186):

- Bulanık mantık kesin değil yaklaşık değerler üzerinden çalışmaktadır.
- Bütün değişkenler $[0,1]$ sayı aralığında bir üyelik derecesine sahiptir.
- Bilgi dilsel değişkenler yoluyla sağlanmaktadır.
- Dilsel değişkenler aracılığıyla bulanıklaştırılan bilgi bulanık operatörler tarafından işlenir.
- Matematiksel modelinin kurulması çok zor problemler için tercih edilebilir.

2.6.1. Bulanık Kümeler ve Üyelik Fonksiyonları

Bulanık küme teorisinin temelinde Zadeh (1965)'in anlamsal ve öznel belirsizliği gidermek amacıyla geliştirdiği bulanık mantık yer almaktadır. Klasik mantıkta bir değer, bir kişi için büyük, diğeri için küçük yine bir başkası için çok küçük bir sayı olabilmektedir. Bulanık mantıkta bu belirsizliği gidermek için devreye dilsel değişkenler girmektedir. Konuşma uzayında elde edilen bu sayıların bulanık mantık yoluyla 0-1 sayı aralığında değer alması sağlanmaktadır. Klasik kümelerde bir sayı ya kümeye üyedir ya da değildir. Bulanık kümelerde ise değerler için üyelik fonksiyonu doğrultusunda üyelik sınıfları oluşturulmaktadır. Aşağıda bulanık kümelerle ilgili özellikler yer almaktadır (Zhang vd., 2005: 15-17).

Bulanık kümelerin gösterimi Eşitlik 2.1' deki gibidir:

$$A = \frac{\mu_A(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_A(x_2)}{x_2} + \dots \dots \dots \frac{\mu_A(x_n)}{x_n} \quad 2.1$$

Bulanık kümelere ait özellikleri aşağıda yer alan küme değerleri ve önermeler ile ifade etmek mümkündür:

- X : Hava durumu değerleri ise;
- $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6\} = \{5, 10, 15, 20, 30, 40\}$ ve
- Bulanık küme $A =$ “yaz mevsimi sıcaklığı”. Bu durumda,
- $A = \frac{\mu_A(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_A(x_2)}{x_2} + \frac{\mu_A(x_3)}{x_3} + \frac{\mu_A(x_4)}{x_4} + \frac{\mu_A(x_5)}{x_5} + \frac{\mu_A(x_6)}{x_6} = 0/5 + 0/10 + 0,1/15 + 0,5/20 + 0,8/30 + 1/40$ şeklinde gösterilebilmektedir. Buradaki payda değerleri X kümesinin elemanlarını, pay değerleri ise bu değerlerin yüksek sıcaklık fonksiyonuna üyelik derecelerini göstermektedir.

Bulanık küme elemanlarının hepsi 0’dan büyük kabul edilir. Ayrıca bulanık kümeler konvekslik özelliği taşımaktadır. Aşağıdaki formülasyon bu özelliği göstermektedir.

$$\mu_A[\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2] \geq \min[\mu_A(x_1), \mu_A(x_2)], \quad x_1, x_2 \in X \text{ ve } \lambda \in [0,1] \quad 2.2$$

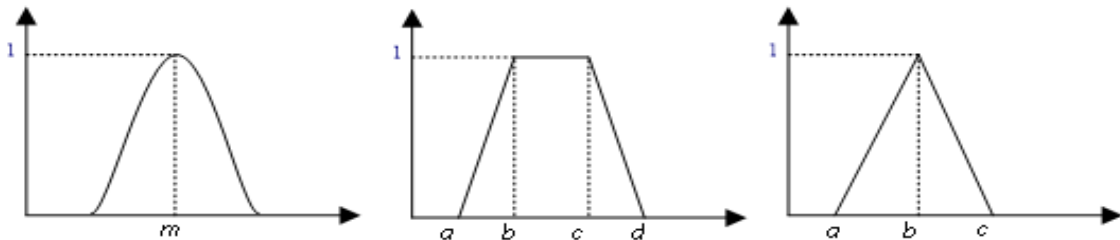
En büyük üyelik derecesine A ’nın yüksekliği olarak ifade edilmektedir. Bu ifade doğrultusunda A ’nın derecesi 1 ise normal bulanık küme, değilse normal olmayan bulanık kümedir.

$$h(A) = \sup_{x \in X} \mu_A(x) \quad 2.3$$

Bir küme aşağıdaki şartları sağladığı takdirde bulanık küme olarak kabul edilmektedir:

- A normal olmalıdır ($\mu_A(x) = 1$).
- A konvekslik özelliği göstermelidir.
- A üstten sınırlı olmalıdır.
- A sınırlı desteği olmalıdır.

Aşağıdaki grafikler bulanık kümelere örnek olarak verilebilmektedir:



Şekil 2.2 Bulanık kümeler

Kaynak: Aslangiray, 2011: 51

Bulanık kümelerde üyelik fonksiyonlarının genellikle olarak konveks ve normal özellikte olması beklenmektedir. Fakat zaman zaman bulanık operatörler yoluyla yapılan işlemler doğrultusunda normalin altında ve konveks olmayan sonuçlar ortaya çıkabilmektedir.

Konveks bir kümenin elemanlarından bir veya birkaçının üyelik fonksiyonunun bir olması, kümenin bulanık olduğu anlamına gelmektedir.

Üyelik fonksiyonları simetrik-asimetrik ve çok boyutlu çözüm uzayına sahip olmaktadır. İkili boyut tek yüzeyli, üç ve daha çok sayıdaki boyut ise hiperyüzeyli çözüm sunmaktadır. Bu çözüm uzayı içerisindeki parametrelerin üyelik dereceleri $[0,1]$ değer aralığındadır (Ross, 2004: 93-94). Şekil 2.1'deki bulanık kümeler doğrultusunda üyelik fonksiyonları şu şekilde oluşturulmaktadır (Aslangiray, 2011: 51):

i. Çan Eğrisi Üyelik Fonksiyonu

$$\mu_A(x) = e^{-a(x-m)^2} \quad a > 0, m \in R \quad 2.4$$

ii. Yamuksal Üyelik Fonksiyonu

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x < b \\ 1, & b \leq x < c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c \leq x < d \\ 0; & x < a \text{ veya } x > d \end{cases} \quad 2.5$$

iii. Üçgensel Üyelik Fonksiyonu

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x < b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x < c \\ 0; & x < a \text{ veya } x > c \end{cases} \quad 2.6$$

2.6.2. Bulanık Kümelere Uygulanabilen İşlemler

Klasik kümelerdekine benzer olarak bulanık kümelere de birleşim, kesişim ve tümleyen alma gibi birtakım işlemler uygulanabilmektedir. İşlemlerin gerçekleştirilebilmesi için mak-min operatörlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Aşağıda bu işlemlerin gösterimi verilmiştir (Elmas, 2010: 185-186):

i. A bulanık kümesinin tümleyeni : $\mu_{\neg A} = 1 - \mu_A(x), x \in X$ 2.7

ii. İki kümenin bileşimi : $\mu_{A \cup B} = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)], x \in X$ 2.8

iii. İki kümenin kesişim işlemi : $\mu_{A \cap B} = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)], x \in X$ 2.9

iv. Destek kümesi : $SuppA = \{x \in X \mid \mu_A(x) > 0\}$ 2.10

v. α Bölüm Kümesi : $A_\alpha = \{x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}$ 2.11

vi. Seviye Kümesi : $A_\alpha = \{x \in X \mid \mu_A(x) = \alpha\}$ 2.12

Bulanık kümelere uygulanan aynı işlemler sonucunda ortaya çıkan sonuçlar klasik kümeler ile aynı olmamaktadır.

• $A \cup \neg A \neq X$ 2.13

• $A \cap \neg A \neq \emptyset$ 2.14

Benzer işlemler aşağıda yer almaktadır. A, B, C, X evrensel kümesi üzerinde tanımlı bulanık kümeler olmak üzere;

1. $A \cup A = B \cup A, A \cap B = B \cap A$ 2.15
2. $(A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C), (A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$ 2.16
3. $A \cap A = A, A \cup A = A$ 2.17
4. $\neg \neg A = A$ 2.18
5. $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$ 2.19

2.6.3. Dilsel Değişkenler

Dilsel değişkenler, gerçek hayattaki verilerin matematiksel dile aktarımını gerçekleştirmektedir. Klasik mantıkta önermeler iki durum ile ifade edilebilmektedir. Bulanık mantıkta ise önerme insan doğası dikkate alınarak çeşitli ağırlıklar doğrultusunda ortaya konulmaktadır. Ağırlıklar için “az”, “çok” gibi derece ölçütleri kullanılmaktadır. Dilsel değişkenlerin kendilerine has üyelik fonksiyonları bulunmaktadır.

Dilsel değişkenlerin tanımlanmasında “ U, X, Z, A ” olarak simgelenen dört parametreden faydalanılmaktadır.

- U : Dilsel değişkenler kümesi
- X : konuşma uzayı
- Z : U kümesini oluşturmak için gerekli dilsel değişkenlerin olduğu serbest dil kümesi
- A : U' ya göre X' in alt kümelerinin belirlendiği sınırlar

Bulanık dilsel değişkenlere ait ölçütler için kesin sınırlara ihtiyaç duyulmamaktadır. Dolayısıyla bir değer birden fazla üyelik fonksiyonunu içerisinde değerlendirilebilmektedir. Bir başka deyişle, ölçütler arasında etkileşimli bir yapının varlığı söz konusudur (Paksoy vd., 2013: 21-23).

2.6.4. Bulanıklaştırma-Durulaştırma

Bulanıklaştırma, ele alınan kesin değerleri belirsiz formatta işlenebilir hale getirme işlemi olarak ifade edilmektedir. Gözlem veya deneysel yöntemlerle oluşturulan istatistiki veri kümesi, bulanık operatörlerce işlenebilmesi için bulanıklaştırılarak yeni bulanık girdiler elde edilmektedir. Sonraki aşamada değere üyelik fonksiyonu içerisinde bir üyelik derecesi ataması gerçekleştirilmektedir.

Durulaştırma işlemi, bulanıklaştırılıp işlenmiş verinin işlem sonucu çıktı formuna geldiği zaman tekrardan kesin değere dönüştürülmesi işlemidir. Çıktı, birden fazla üyelik fonksiyonunun etkileşimi yoluyla elde edilmektedir. Bu üyelik fonksiyonlarının etkileşimi

sonucu farklı geometrik yapıda kümeler oluşmaktadır. Yanı sıra oluşan üyelik fonksiyonlarının normal olmadığı görülmektedir. Ross (2004: 99-112) sınıflamasına göre en çok kullanılan durulaştırma operatörleri aşağıda yer almaktadır:

- i. Maksimum Üyelik Prensibi: Yükseklik prensibi olarak da bilinen bu yöntemde en yüksek üyelik derecesine sahip çıktıya göre durulaştırma gerçekleştirilir.

$$\mu_c(z^*) \geq \mu_c(z) \quad \forall z \in Z \quad 2.20$$

- ii. Centroid Yöntemi: Ağırlık merkezi olarak da ifade edilen yöntem sıklıkla durulaştırma işlemi için kullanılmaktadır.

$$z^* = \frac{\int \mu_c(z) \cdot z \, d_z}{\int \mu_c(z) \, d_z} \quad 2.21$$

- iii. Ağırlıklı Ortalama Yöntemi: Yöntemin hesaplama işleri diğer yöntemlere nazaran daha kolaydır. Bu yöntem ile durulaştırma yapılabilmesi için üyelik fonksiyonlarının simetrik olması gerekmektedir.

$$z^* = \frac{\sum \mu_c(z_{ort}) \cdot z_{ort}}{\sum \mu_c(z_{ort})} \quad 2.22$$

- iv. Maksimum Üyeliğin Ortalaması: Maksimum üyelik birden fazla nokta tarafından gerçekleştirilmektedir.

$$z^* = \frac{a+b}{2} \quad 2.23$$

2.7. Gıda Sektöründe Bulanık Modeller

Doğrusal programlama modellerinde kısıt katsayıları, sağ taraf değişkenleri ve amaç fonksiyonu katsayılarının kesin değerler içermesi hesaplama işlemlerini kolaylaştırmaktadır. Ancak şartların sürekli değişim halinde olması karşısında değerler her zaman sabit kalmaz ve tam olarak bilinemez. Diğer yandan bir problemi niteleyen değişkenlerin tam olarak o problemin çözümü için yeterli olup olmadığı da kesin olarak bilinmemektedir. Böylesi bir durumda değerleri bulanık olarak ifade etmenin çeşitli avantajları bulunmaktadır (Özkan, 2003: 162). Bulanık doğrusal programlama modelleri amaç fonksiyonu ve kısıtlardaki bu belirsizlik üzerinden geliştirilmektedir.

Gıda sektöründeki problemlerin çözümünde bulanık yöntemlerin kullanıldığı çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Paksoy vd. (2012: 2762-2775) sebze yağları üretimi yapan bir işletmenin toplam taşıma maliyetlerini minimize edecek çok amaçlı bir modelde bulanık üçgensel üyelik fonksiyonlarından faydalanmaktadır. Dağıtım ağı öncelikle tedarikçi ve ambarlar arasında sonrasında ise imalatçı ve perakendeci arasında olmak üzere iki aşamalı olarak tasarlanmıştır. Modelde kapasite kısıtları ve depodan gelen talep parametresi bulanık olarak ele alınmıştır. Benzer olarak Mohammed ve Wang (2017: 47) et imalatı dağıtım ağı

için üç aşamalı, tesislerin sayısı ve yerleşim noktaları hakkında karar üretebilen bir doğrusal programlama modeli kurmuşlardır. Model, toplam taşıma ve uygulamalardan kaynaklı maliyeti en aza indirmek, karbon salınımını azaltmak, taşıma sürelerini düşürmek bunların yanı sıra mezbahalar ve perakendeciler arasındaki teslimat oranlarını artırmak gibi çeşitli amaçlara hizmet etmektedir. Modelin çözümünde amaç fonksiyonları için bulanık üyelik fonksiyonlarından yararlanılmıştır.

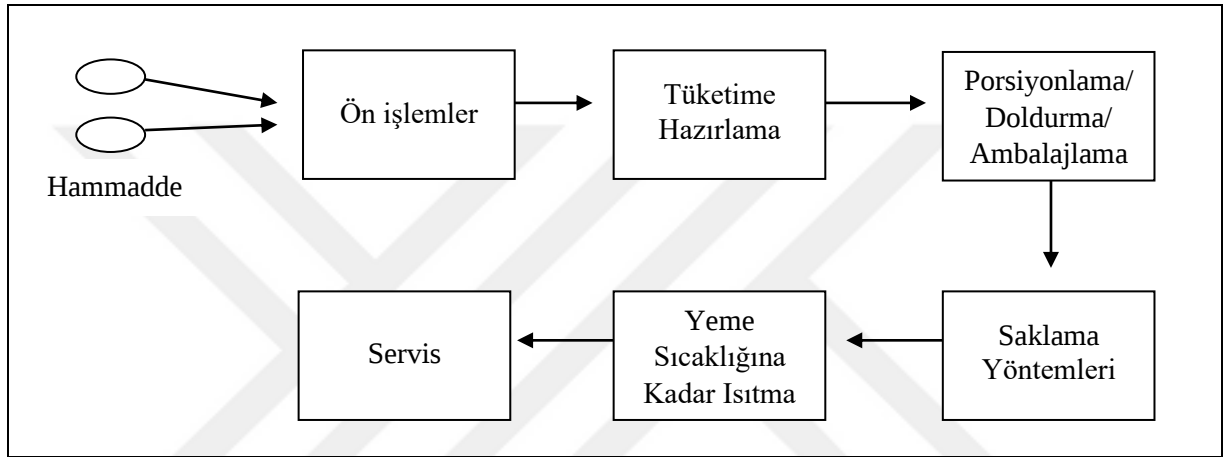
Gıdaların raf ömrü veya başka bir deyişle kısa yaşam süreleri, sektördeki karar vericilerin ürünlerin kalite ve güvenliği konusunda karar almalarını zorlaştırmaktadır. Değişen şartlar kararların kesin ve belirli şartlarda alınmasını engellemektedir. Bulanık yöntemlerin gerçek hayat problemleri için kurulan modellerin karar destek sistemlerine entegre edilmesi mevcut durumu yansıtmada konusunda daha başarılı sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Wang vd. (2012: 377) gıda tedarik zincirlerinde ürün güvenlik risklerini asgari düzeye indirebilmek için analitik hiyerarşi süreci ve bulanık küme teorisini birlikte kullanmışlardır. Yöntem ile ürün güvenliğinde risk unsuru yaratan kriterler birbiri arasında karşılaştırmaya tabi tutulmuş ve sonuçta kriterler birbirlerine göre derecelendirilmiştir. Bu şekilde gıda sektöründeki karar vericiler için ürün taşıma ve risk şartları değiştiğinde ürünleri bu risklerden uzak tutmaya yardımcı olarak bir ürün güvenlik yönetimi karar destek mekanizması kurulmuştur. Chaudhuri vd. (2016: 667-681) gıda üretimindeki risk konusunda kapsamlı bir çerçeve sunmuştur. Çalışmada gıda imalatındaki risk faktörleri ve bu faktörlerin aralarındaki ilişkiler şematize edilmiştir.

Bulanık yöntemlerin gıda sektöründe kullanım alanlarından birisi de gıda atıklarıdır. Çoğu işletme tüketiciye sunulan ürünlerin kalite seviyelerini koruyabilmek için ürünlerin yaşam ömrünün altında bir raf ömrü belirlemektedir. Bu durumda raf ömrünün sonundaki ürünler atığa dönüşmektedir. Ürünlerin yaşam ömrü hakkında kesin ve belirli bir süre belirlemek aslında gerçek durumu yansıtmaktan uzak kalmaktadır. Yanı sıra gıda tedarik zinciri akışı boyunca tedarikçiden müşteriye kadar uzanan süreçte, tedarikteki belirsizlikler, üretimdeki aksaklık ve duraklamalar, taşımadaki gecikmeler, talepteki, değişimler ve daha birçok sebep kesin ve belirli bir ortamda karar almanın önüne geçmektedir. Bu nedenle süreçlerin bulanık ele alınması karar mekanizmalarının rahatlatılmasına imkan sağlamaktadır. Balaji ve Arshinder (2016: 154) gıda sektöründe atık oluşumuna sebebiyet veren faktörleri ayrıntılı olarak toplamış ve bu faktörler arasında karşılaştırmalar yapmışlardır. Karşılaştırmalar için bulanık MICMAC yöntemi kullanılmıştır. MICMAC yönteminde değişkenler ikili karşılaştırmaya tabi tutulmakta, değişkenler arasında ilişki olması durumunda, ilişki “1”, olmaması durumunda “0” ile ağırlıklandırılmaktadır. Bulanık

metodolojinin yönetime dahil edilmesi sonucu ağırlıklandırma için bir aralık içerisinde yer alan değerlerden faydalanılmıştır.

2.8. Catering Firmalarında Uygulanan Modeller

Catering, tüketicinin kullanımına hızlı yemek sağlayabilmek amacıyla eldeki gıdaların çeşitli ön işlemler ve pişirme sonrasında doğrudan tüketiciye sunulması ya da hazırlanan yemeklerin sonra sunulabilecek şekilde çeşitli saklama işlemleriyle depolanması ve ısıtılarak tüketiciye sunulması gibi faaliyetleri içeren bir organizasyon yapısıdır. Kaba çerçevede catering işlem aşamaları Şekil 2.3'te görülmektedir (Pala ve Saygı, 1987:3).



Şekil 2.3 Genel catering işlem aşamaları

Catering işletmelerinin günümüz üretim ekosistemi bu dar çerçevenin çok daha ötesinde geniş kapsamda incelenmektedir. Modern üretim organizasyonları tedarikçi, dağıtıcı ve perakendeci ve hatta müşterinin bütünleştiği tedarik zincirleri içerisinde bütünleşik olarak değerlendirilmektedir. Üretim konusunda alınacak kararlar her bir paydaşın toplam karını artıracak, maliyetlerini azaltacak, toplum ve çevre konusundaki toplu çıkarlara hizmet edecek şekilde bütünsel olarak değerlendirilmektedir. Nitekim gıda tedarik zinciri içerisinde yer alan catering işletmelerinin üretim operasyonlarını mümkün olabildiğince depolama ve dağıtım faaliyetleri ile bir arada ele almak gerekmektedir. Sel vd. (2017: 459) bir üniversite kafeteryasının üretim ve servis yönetimini modellemiştir. Önerilen model üretim parti büyüklüğü ve sipariş çizelgeleme fonksiyonunun yanında gıda servis hattının dengelenmesini de göz önünde bulundurmaktadır. Stokastik yapıdaki modelin anahtar göstergeleri olarak gıda atığı, yok satma, toplam üretim ve dağıtım maliyetleri belirlenmiştir. Analiz çerçevesinde poisson dağılımına uygun belirsiz yapay talep oluşturulmuş bu çerçevede anahtar göstergeler için optimizasyon gerçekleştirilmiştir.

Catering gıda tedarik zinciri diğer tedarik zincirlerine nazaran çok daha hizmet odaklı olduğundan dolayı tedarik, stok, üretim ve dağıtım aşamalarında karar vericilerin

belirleyeceği tutarlı politikalara ihtiyaç duymaktadır. Gıda zamanla bozulabildiğinden dolayı catering işletmelerinin ürün çeşitliliğinin özelliklerine hakim olması, ürün zamanlaması, fiyat dengesi, bilgi paylaşımı, lojistik yeterlilik, müşteri tatmini, gıda güvenliği gibi konularda yeterli düzeyde olması gerekmektedir. Bu özellikleri barındıran örgütler gıda tazeliğini koruma ve lojistik faaliyetlerin etkinliği konusunda güvence verirken bu yolla müşteri tatminini de artırmaktadır (Gou vd., 2013: 217). Buradan hareketle, catering firmalarının belirli özellikler açısından performanslarının değerlendirilmesinde çok kriterli karar verme problemlerinden faydalandığı görülmektedir. Nieh ve Pong (2012) AHP yöntemi esas alınarak hazırladığı ve müşterilere yönelttiği anket yoluyla sürdürülebilir catering faaliyetleri yönetiminde gözönüne alınması gereken unsurları belirlemeyi amaçlamıştır. Analiz sonucunda müşterilerin catering hizmeti sunan işletmelerde yerleşim noktası, ürün işleme süresi, insan kaynakları kalitesi gibi unsurlara dikkat ettiği tespit edilmiştir. Aytaç vd. (2011: 130) bir tekstil firmasının yemek hizmeti almak için catering firması seçimini bulanık ELECTRE I yöntemi ile gerçekleştirmiştir. Seçim kriteri olarak hijyen, referanslar, lezzet ve yiyecek çeşitliliği, hizmet kalitesi, fiyat ve yapının yeterliliği özelliklerini kullanmıştır. Kahraman vd. (2004: 173) benzer olarak üç catering firmasını karşılaştırarak müşteriler açısından en iyi firmayı belirlemeye çalışmıştır. Bulanık AHP yönteminin kullanıldığı çalışmada karşılaştırma için üç ana kriter ve onbir alt kriterden faydalanılmıştır.

Literatürde karşılaştırmalı işletme seçimlerinin dışında yine performans kriterleri üzerinden işletmelerin doğrudan kendi verimliliklerinin değerlendirildiği çalışmalar da bulunmaktadır. Gou vd. (2013: 220-224) hizmet odaklı bir catering tedarik zincirinin performans açısından klasik gıda tedarik zincirlerinden farkını ortaya koyabilmek için AHP temelli bir karşılaştırma yönteminden faydalanmıştır. Huang vd. (2014: 50) otellerin yemek üretim ve hizmet süreçlerindeki performans verimliliklerini belirlemiş, VZA (Veri Zarflama Analizi) yöntemi ile otelleri bu performans göstergeleri üzerinden sıralamaya tabi tutmuştur. Analizde işletme masrafları, oda sayısı, müşterilerin yemek alanının büyüklüğü, çalışan sayısı, pazarlama masrafları gibi değişkenler girdi; hizmet kapasitesi, gelirler, ağırlanan müşteri sayısı gibi değişkenler ise çıktı değişkeni olarak kabul edilmiştir. Benzer olarak, Mao ve Shieh (2011: 573) otellerin catering birimlerinin operasyonel verimliliklerini VZA ile karşılaştırmıştır. Wang (2013) VZA yöntemini catering sektöründe kullanan bir başka araştırmacı olarak işletmelerin gıda güvenliği ve izleme faaliyetleri performansını aynı yöntem ile değerlendirmiştir.

Catering faaliyetleri için, özellikle yemek üretiminin ve müşteriye sunumun gerçekleştiği otelcilik, yolcu taşımacılığı, hızlı yemek sektörü gibi müşteri odaklı hizmet

sektörlerinde kalite esaslarına dikkat edilmektedir. Nitekim Wu vd. (2015) hızlı tren yolcu taşımacılığında catering hizmetinin kalite değerlendirilmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Tren yolu taşımacılığında catering süreci tedarikçiden başlarken dağıtım merkezleri ve farklı şehirlerdeki hizmet istasyonlarına içerecek şekilde trendeki müşteri kabininde son bulmaktadır. Dolayısıyla hizmet istasyonları tedarikçi ve müşteri arasındaki önemli bağlantı noktalarından biri haline gelmektedir. Çalışmada F-QFD (bulanık-kalite fonksiyonu yayılımı yöntemi) ile kalite açısından en uygun hizmet istasyonunun seçimine karar verilmektedir. Wu vd. (2017) sonrasında F-QFD yöntemini bulanık hedef programlama yöntemi ile entegre ederek aynı probleme yönelik iyileştirilmiş bir çözüm metodolojisi geliştirmiştir. İki aşamalı bu model ile çözüm yöntemi sağlamlaştırılmıştır.

Dağıtım aşamasındaki çeviklik ve verimlilik müşteri tatminin yakalanması açısından önemli bir diğer unsurdur. Jansen vd. (2001) çok bölmeli araçların bulunduğu bir dağıtım sisteminde daha kısa çevrim süresi elde ederek müşteri tatminini sağlamak adına, teslimat sıklığını artıracak, süreç ve ürün kalitesini iyileştirecek bir çözüme ulaşmayı amaçlamışlardır. Bu doğrultuda farklı alternatif senaryolarla lojistik ve finansal performansın gözlenebildiği bir benzetim modeli kurup gerçek vakalar üzerinden çalışmışlardır. Analiz sonucunda bir yandan müşteri tatminini sağlayan diğer yandan da maliyetleri düşüren çözüm alternatifine ulaşılmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

GIDA SEKTÖRÜNDE BULANIK PARAMETRELİ ÜRETİM MODELLEMESİ

İnsan nüfusunun sürekli büyümesi ve tüketim alışkanlıklarının hemen her kültürde yaygınlaşmasıyla gıdaya olan talebin çok daha fazla artacağı açıktır. Bu problemle başa çıkmak için şimdi ve gelecekte güçlü tarım politikalarına ve etkin gıda tedarik zincirlerine ihtiyaç duyulacaktır. Hali hazırda, gelişmiş ülkelerde hükümetlerin ve çeşitli kamu kuruluşlarının gıda güvenliği ve gıda atığını önlemeye yönelik çok çeşitli yaptırımları bulunmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde de benzer olarak konuyla ilgili toplumsal, sosyal ve çevresel farkındalık oluşturma yönünde çaba sarf edilmektedir. Bu çalışmada bir gıda üretim problemi çevresel ve ekonomik boyutlarıyla ele alınmaktadır. Çalışmada, Antalya ili genelinde çeşitli işletmelere yemek üretimi ve dağıtımı yapan bir catering firmasının stok ve üretim unsurları göz önüne alınarak ilgili operasyonlardan kaynaklı maliyetlerin minimizasyonu amaçlanmıştır.

3.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Gıda sektörü ve gıda tedarik zincirleri son yıllarda bozulabilir gıda, gıda atığı gibi çevresel hassasiyet taşıyan unsurlara dikkat çekmektedir. Nüfusun sürekli artması, gıda tedarik zinciri ağının sürekli genişlemesine ve artan nüfusu doyurmak için geniş çaplı gıda tedarikine sebebiyet vermektedir. Gıda endüstrisinde kitle üretiminin artması ise çevreye her geçen zaman daha fazla zarar vermektedir (Govindan, 2018: 420). Son yıllarda yapılan araştırmalara göre, insanların kullanımına sunulan yiyeceklerin %24'ünün gıda atığına ya da gıda kaybına dönüştüğü tahmin edilmektedir (Stancu, 2016: 7). Özellikle elde bulunan malzemenin bozulması veya gerekenden fazla gıdanın üretilmesinden kaynaklı israfın neden olduğu gıda atığını, gıda üretiminden ayrı düşünmek oldukça zordur. Gıda atığının asgari düzeyde tutulması bir yandan ilgili maliyetlerinin azaltılması yoluyla gıda işletmelerine sektörde rekabetçi avantajlar sağlarken, diğer yandan da gıda ekonomisine doğrudan çevreci ve sürdürülebilir katkılar sunacaktır.

Catering, gıda sektörünün içerisinde fakat diğer alt sektörlerle nazaran kapsayıcılığı en geniş alt sektör olarak ifade edilebilir. En temel servis sektörlerinden biri olan catering işletmeleri, yiyeceklerin hızlı bir şekilde müşteriye ulaşımının sağlanması için gerekli faaliyetleri organize etmektedirler. Büyük çaplı catering firmaları dağıtım operasyonlarını

üçüncü parti lojistik firmalarına havale ederek ürünlerinin daha hızlı ve daha taze olarak sevkiyatlarını gerçekleştirmektedirler. Bu ve benzeri çabalar değişken müşteri talebine cevap verebilecek aynı zamanda gıda güvenliği ve kalite standartlarını sağlayacak etkin bir gıda dağıtım sistemine olan ihtiyaçtan kaynaklanmaktadır. Sektörde yiyeceğin tazeliğini koruyacak gıda güvenliği ve kalitesine yönelik önlemlerin alınması ve ilgili faaliyetlerin düzenlenmesi yönünde kapsamlı çalışmalar gerçekleştirilmektedir.

Yiyeceklerin müşteriye ulaştırılması öncesinde gıda tedarik zinciri paydaşlarının önemli rolleri bulunmaktadır. Özellikle catering sektöründe ham gıdanın tedarikçilerden sağlanması ve ürüne dönüştürülmesi sürecindeki geçen zaman, gıdaların raf ömründen çalmaktadır. Dolayısıyla bu aşamadaki belirsizlikler, iletişimsizlik, beklemlerin yanı sıra tedarik sürecinde dağıtım araçlarında veya depolarda görülen arıza ve hijyen sıkıntıları gıdaların daha ürün haline gelmeden zayi olarak gıda atığına dönüşmesine sebebiyet vermektedir.

Gıda atığı talep ve tedarikteki belirsizliklerden dolayı üretim safhasında da oluşabilmektedir. Talepteki ani artış veya azalış, plansız siparişler veyahut tedarikçilerden kaynaklı sorunlar nedeniyle genellikle catering işletmeleri arz güvenliğini sağlamak için gereğinden fazla yemek üretimi gerçekleştirmektedirler. Böylesi bir durumda artan yemeğin bertaraf edilmesi, yemek atığının ortaya çıkmasına sebebiyet vermektedir. Stok ve üretim aşamalarındaki planlamada yaşanan sıkıntılar, gereksiz gıda israfının oluşmasında başlıca unsurlar olarak öne çıkmaktadır.

Yemek üretiminin gerçekleştirildiği catering işletmeleri imalat ve hizmet üretimini birlikte gerçekleştirmektedirler. Tipik bir imalat işletmesinin paralelinde tedarikçiden hammadde sağlanmakta, hammadde üretime alınmak üzere bir müddet depoda bekletilip, sırasıyla imalat süreçlerinden geçtikten sonra müşteriye ulaştırılmak üzere dağıtıma çıkarılmakta ve süreç nihai müşteride sona ermektedir. Bu tarz üretim işletmelerini önemli kılan kullanılan hammadde ve üretilen ürünün gıda olmasıdır. Her üretim işletmesinde olduğu gibi gıda işletmeleri de imalat faaliyetlerini yerine getirirken çeşitli maliyet unsurlarına katlanmak zorundadır. Özellikle gıda işletmelerinde depolama ve işçilik bu maliyetlerin en önde gelenleri olmaktadır. Ürünlerin yemek haline getirilinceye kadar uygun iklim koşullarında belli sürelerle bekletilmesi gerekmektedir. İklimlendirme koşullarının sağlanabilmesi enerji maliyetlerini artırmaktadır. Ayrıca üretim, daha çok çalışanlar tarafından gerçekleştirildiği ve büyük oranda tecrübe gerektirdiğinden kalifiye işgücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Depoda bozulan veyahut üretim sırasında zayi edilen ürünler çöpe atılarak bertaraf edilmekte, bu da atık maliyetine sebep olmaktadır. Catering işletmelerinde bu

maliyetlerin ortadan kaldırılması için gösterilecek iyileştirme çabaları, işletmenin karlılığını artırmasının yanında işletmenin çevreci imajına da katkı sağlayacaktır. Çünkü gıda atığının çevresel, ekonomik ve toplumsal boyutları bulunmaktadır.

Gıda üretim işletmelerinde gıda atık problemini çözebilmek ve üretim süreçlerini verimli şekilde organize edebilmek için talebin doğru tahmin edilmesinde fayda vardır. Her ne kadar catering işletmeleri önceden sabit siparişe göre üretim seviyesini ayarlamaya çalışsa da talepteki ani değişimler nedeniyle sipariş değişimlerine ayak uydurabilmek için çeşitli aksiyomlar gerçekleştirmektedirler. Arz güvenliğinin sağlanabilmesi için yaygın olarak üretim seviyesi sipariş sayısının üzerinde gerçekleştirilmektedir. Bazı müşteri noktalarında artan yemek bu sayede ihtiyaç duyulan diğer müşteri noktalarına kaydırılabilmektedir. Fakat genelde ihtiyaçtan fazla üretilen yemeğin tekrar değerlendirilmesi mümkün olmadığından yemeğin çöpe dökülerek bertaraf edilmesi kaçınılmaz hale gelmektedir. Dünyada yükselen yiyecek ihtiyacı ve gıda israfının olumsuz etkileri düşünüldüğünde yemeğin gereksiz yere israf edilmesi maliyet boyutundan daha çok çevresel ve hatta toplumsal yönüyle dikkat edilmesi gereken bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeple talebin, ilgili belirsizlikleri mümkün olabildiğince tolere edecek şekilde planlanmasının maliyetlerin düşürülmesi ve israfın azaltılmasında katkısı olacaktır.

Özet olarak bu tez çalışmasının amacı, yemek üretimi yapan bir catering firmasının üretim operasyonlarının matematiksel modelini oluşturmaktır. Modelin çalıştırılması ile firmanın malzeme stoku, yemek üretimi maliyetleri ile firma operasyonlarının sebep olduğu gıda atığı vb. çevreye zarar verici faktörlerin azaltılması hedeflenmektedir.

Tez çalışmasının hizmet etmesi beklenen alt amaçlar ise şunlardır:

1. Raf ömürlerini gözeterek malzemelerin bozulmasından kaynaklı gıda atığını azaltmak.
2. Talep ve benzeri parametrelerde belirsizliği azaltarak işletmenin üretim maliyetlerini minimize etmek.

3.2. Çalışmanın Kapsamı

Gıda sektöründe faaliyet gösteren restoranlar, hızlı yemek zincirleri ve yemek fabrikaları catering firmaları olarak isimlendirilmektedir. Restoranlar ve hızlı yemek zincirleri büyük çoğunlukta bireysel müşterilere hitap ederken, yemek fabrikaları hastaneler, okullar ve çeşitli devlet kurumları ile bünyesinde çok sayıda çalışan bulunduran üretim işletmelerinin toplu yemek ihtiyaçlarına cevap vermektedirler. Toplu yemek üretimi gerçekleştiren catering işletmelerinin büyük çaplı müşteri siparişlerine hızlı ve zamanında cevap verebilmeleri için yeterli işgücüne, fiziksel ve donanımsal altyapıya sahip olması gerekmektedir. Temelinde

imalathane esaslarıyla çalışan bu gibi yemek firmaları çok sayıda müşteri noktasına hizmet sağlarken ihtiyaç duyduğu malzemeler için de yine çok sayıda tedarikçi ile iş birlikleri geliştirmektedir.

Catering işletmelerinin aldıkları büyük ölçekli taleplere cevap verebilmesi için düzenli olarak tedarikçilerinden ham gıda sağlamaları gerekmektedir. Sipariş sıklığının fazla olması ise üreticilere fazladan maliyet yüklerken tedarikçilerin de planlama ve dağıtım verimliliğini düşüreceğinden genellikle tercih edilmemektedir. Hâlbuki gıda sektöründe yüksek sıklıkta sipariş akışının sağlanması ham gıdanın daha taze elde edilmesine imkân sağlayacağından üretilen yemeğin kalitesini de doğru orantılı olarak artıracaktır. Üretici catering firmaları bunun yerine iklimlendirilmiş depolarında stok tutmayı tercih etmektedirler. Taze sebze ve meyve çeşitleri için depoda bekleme yani raf ömrü biraz daha uzun iken et çeşitlerinin raf ömrü nispeten daha kısadır. Ürünlerin bozulmadan üretimde değerlendirilebilmesi için raf ömürleri içerisinde üretime sevk edilmeleri gerekmektedir.

Hazır gıda veya dondurulmuş gıda üretimi yapılan catering firmalarında otomasyon sistemlerini üretim süreci içerisinde faal olarak görmek mümkündür. Fakat günlük yemek üretimi gerçekleştiren catering firmalarında üretim süreci daha çok çalışanlar ağırlıklı gerçekleştirilmektedir. Müşteriler günlük olarak değişen menü talebinde bulunmaktadırlar. Bu koşullar altında sabit ve her bir adımı planlanmış bir üretim süreci oluşturmak oldukça zorlaşmaktadır. Üretim süreçlerinin verimliliği, çalışanın bilgi ve deneyimi ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Her iki durumun aksine hızlı yemek üretiminin gerçekleştirildiği zincirlerde hem emek yoğun hem de otomasyon destekli üretimin olduğu görülmektedir. Ürün çeşitliliğinin sabit olması sayesinde her bir menüdeki yiyeceğin malzeme içeriği, hazırlanış yöntemi ve pişirilme esasları belirli standartlar çerçevesinde belirlenmektedir. Bu sayede çok kısa sürede aynı hizmet seviyesi ve ürün kalitesini yakalamak mümkün hale gelmektedir.

Catering firmaları içerisinde hizmet sunum noktaları arasında da farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Hızlı yemek zincirleri ve restoranlarda genellikle üretim ve hizmet sunumu aynı noktada gerçekleşmektedir. Yemek üretimi yapan catering firmaları ise müşterinin tercihinine göre üretim alternatifi sunmaktadır. Okul, hastane gibi merkezlerde müşteriler yemeğin aynı tesis içerisinde üretilmesini tercih edebilmektedirler. Genelde uygun mutfak alanına sahip olmayan kurum ve işletmeler ise yemek fabrikasında üretilen menünün belirlenen saatlerde kurumlarında servis edilmesini talep etmektedirler. Üretimin tek merkezde gerçekleşmesi ve müşteri noktalarına dağıtımı sebebiyle yemek üretimi gerçekleştiren işletmelerin dağıtım maliyetlerine de katlanması gerekmektedir.

Dağıtım, gıda üretim alanında başlı başına çalışılan ana konulardan birisidir. Gıdanın, doğası gereği mümkün olan en kısa zamanda ve en uygun iklimlendirme koşullarında müşteriye teslim edilmesi gerekmektedir. Günlük yemek üretimi sağlayan catering firmaları için dağıtımın zamanlaması, kapasite planlamasının yapılması ve uygun rotaların belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu sebepten dağıtım ve teslimat planlaması da üretim planı içerisinde değerlendirilmektedir. Günlük yemek bozulabilir gıda ürünleri içerisinde olduğundan gıda güvenliği açısından riskli ve gıda atığı oluşumuna müsait ürünlerdir.

Yemek üretimi yapan catering firmalarının süreçleri tipik bir tedarik zinciri yapısındadır. İşletmenin ihtiyacı olan ürünler belirli zaman dilimlerinde sağlanmakta, üretim süreçleri rutin olarak tekrarlanmakta, üretilen ürünler müşteri noktalarında servis edilmektedir. Planlama doğrultusunda artan yemek itlaf edilmektedir. Gıda atığının çevresel ve toplumsal boyutlarını göz önüne alan kimi catering firmaları fazla yemeği israf etmek yerine hayvan yiyeceği veya gübre gibi çeşitli opsiyonlarda değerlendirebilmektedir. Fakat bu geri dönüşüm süreci için uygun altyapının ve geri dönüşüm tesisleri ile iş birliklerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Gıda sektöründe özellikle catering işletmelerinin gıda atığı da göz önünde bulundurulduğunda karşılaşılabilecek maliyetler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

- Sipariş maliyetleri
- Depolama maliyetleri
- Üretim ve işçilik maliyetleri
- Dağıtım maliyetleri
- Atık maliyetleri

Yemek üretimi için gerekli olan bozulabilir ürünlerin raf ömründen dolayı siparişlerin sık gerçekleşmesi ürünlerin tazeliği açısından gerekli görülen bir husustur. Üreticiler ürün sevkiyatının mümkünse çok sık aralıklarla gerçekleşmesini istemektedirler. Lakin sık sevkiyatlar bir yandan sipariş maliyetinin diğer yandan ise üretim planlama risklerinin artmasına sebebiyet vermektedir. Tedarikçiye aşırı bağımlı bir üretim planında, ürün sevkiyatlarındaki herhangi bir gecikme veya tedarik edilen üründe karşılaşılan bozulma, kalitesizlik gibi olumsuzluklar müşteri talebine cevap vermeyi güçleştirecektir. Catering firmaları genelde bu tarz risklerden kaçınmak için belli aralıklarla ürün sipariş vermekte, sağladıkları ürünleri ise depolarında üretim öncesi bir süre bekletmektedirler. Ürünlerin depoda bekletilmesinin işletmeye üç tür maliyeti bulunmaktadır. Birincisi, gıda işletmesi tesisin belli bir kısmını üretim faaliyetlerinde değerlendirmek yerine ürünlerin bekletilmesi için ayırmaktadır. Bu alanın kullanılamaması bir fırsat maliyetinin oluşmasına neden

olmaktadır. İkincisi depolama maliyetidir. Depolarda bekleyen ürünlerin raf ömrünün uzatılabilmesi için ortamın belli kimyasal ürünler kullanılarak ve yüksek oranda enerji sarf edilerek iklimlendirilmesi gerekmektedir. Üçüncüsü ise atık maliyetidir. Her ne kadar uygun iklim koşulları oluşturulsa da ürünlerin bir kısmı atığa dönüşebilmektedir. Ürünlerin bazılarının metabolizmalarının dayanıksız olması, farklı ürün gruplarının saklama koşullarının farklılık göstermesi, ürünlerin uygunsuz taşınması, ilk gelen ilk çıkar kuralına dikkat edilmemesi vb. sebepler depolarda bekleyen ürünlerin bir kısmının atığa dönüşmesine sebebiyet vermektedir. Atığa dönüşen yiyeceklerin bertaraf edilmesi, taşınması ve alanın temizliği için fazladan işgücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Ürünün zaten değerlendirilememesinin üzerine ek olarak ilgili maliyetlerin eklenmesi hatta gıda atığının çevresel ve toplumsal boyutlarının da yarattığı etki düşünüldüğünde gıda atığı oldukça maliyetli bir kalem haline gelmektedir.

Yemek üretim süreci daha çok çalışanlar tarafından gerçekleştirilen faaliyetler olduğundan işçilik ana üretim maliyeti olarak ortaya çıkmaktadır. Gerekli enerji ve malzeme maliyetleri diğer üretim maliyetleri arasındadır. Talebin durumuna göre üretim hacminin büyümesi durumunda daha fazla işgücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Yemek gruplarında fazla çeşitlilik olduğundan dolayı verimlilik işçilerin tecrübe ve yetenekleriyle paralel olarak artmaktadır.

Catering işletmeleri üretilen yemeğin müşteri noktasına taşınmasını gerçekleştirmektedir. İşletmeler taşıma işleminde yemeğin zayi edilmeden, sıcaklığını koruyarak müşteri noktalarına ulaştırılması konusunda hassasiyet göstermektedirler. Dağıtım faaliyetinin işletmelere doğrudan ekonomik ve dolaylı olarak çevresel iki tür maliyeti olmaktadır.

Bu çalışma kapsamında Antalya’da günlük yemek üretimi faaliyeti gerçekleştiren bir catering firmasının malzeme stoku ve yemek üretimi süreçleri ele alınmıştır. Çalışmada gıda atığının azaltılması ile işletmenin maliyetlerinin azaltılması ve rekabet avantajı elde etmesi hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda malzemenin bozulmasından ve israftan kaynaklı maliyetlerin yanı sıra üretimin gerçekleştirilmesinden doğan maliyetler göz önüne alınmıştır. Maliyetlerin minimizasyonu ile hem bozulmadan kaynaklı atıkların azaltılması hem de işletmenin karlılığının artırılması sağlanmaya çalışılmıştır.

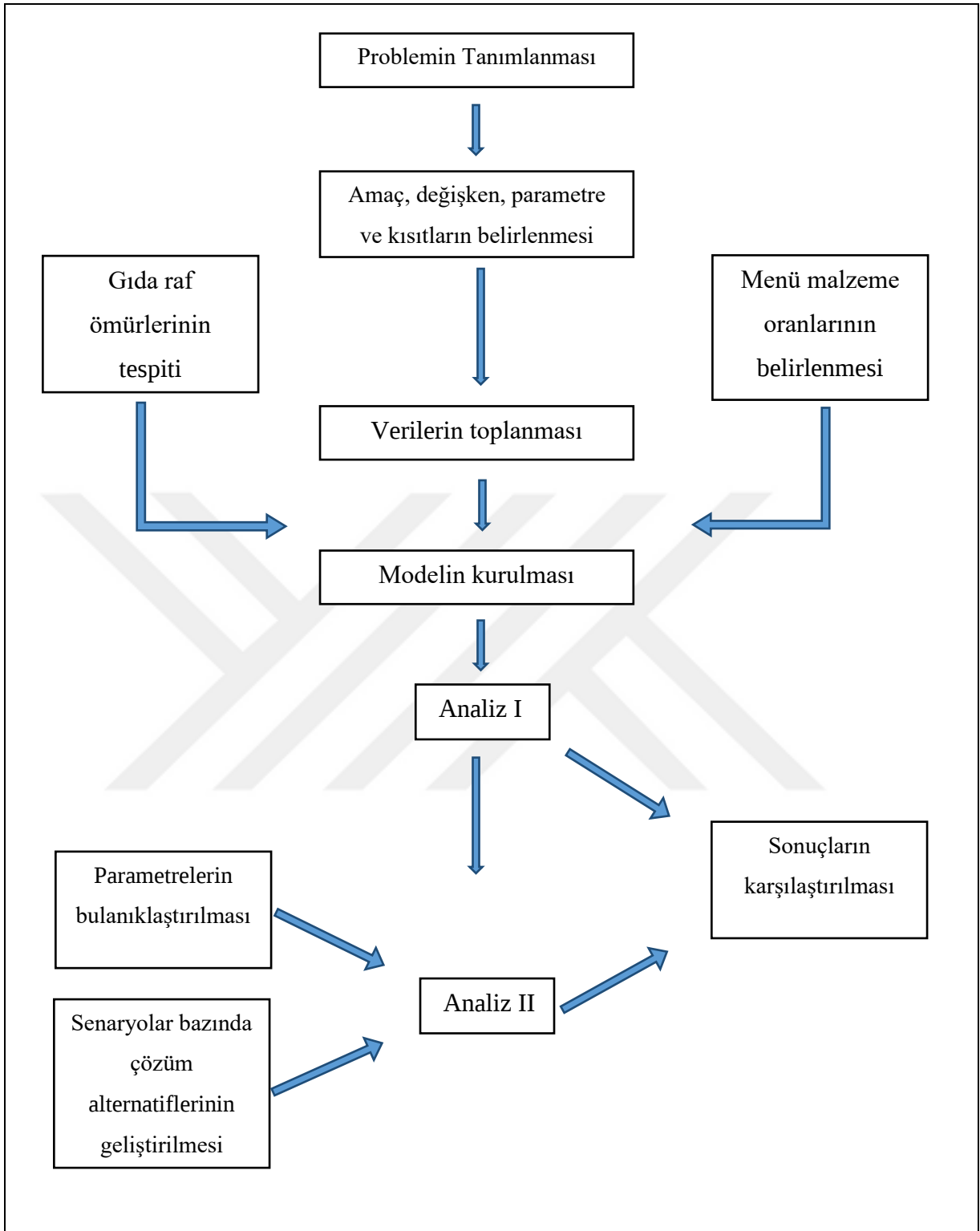
3.3. Problemin Tanımlanması

Tez çalışması, kamu ve özel kurumlara yemek dağıtımını yapan bir catering firmasının gıda stok ve üretimi süreçlerini içermektedir. İşletme Antalya’da organize sanayi, serbest bölge veya şehrin çeşitli bölgelerinde faaliyet gösteren fabrika, hastane ve çeşitli tesislerin günlük yemek ihtiyaçlarını karşılamaktadır. İşletme, ISO9001:2008 Kalite Yönetim Sistemi, ISO22000/HACCP Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi, OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği, ISO14001 Çevre Yönetim Sistem ve ISO10002 Müşteri Memnuniyeti Yönetim Sistemi kalite standartlarına sahiptir. Catering işletmesi tedarikçiden sağlanan ürünleri ön kontrol sonrası depolama alanına almaktadır. Ürünler sıcaklık, etiket, FIFO özelliklerine göre depoda uygun yerlere taşınmaktadır. Çiğ sebze ve meyveler birkaç defa yıkama makinesinden geçirildikten sonra dezenfekte edilip, durulandıktan sonra iklimlendirilmiş depoda üretim öncesi bekletilmektedir. Müşteri talebi ve uzman komisyon tarafından belirlenmiş menü içeriğine göre ilgili malzeme depolardan çekilerek yemek üretimi gerçekleştirilmektedir. Üretilen yemekler dağıtım öncesinde sıcaklık ve duyuusal kontrollerden geçirilerek ısı yalıtımlı paslanmaz çelik kaplar içerisinde sevkiyat için hazır hale getirilmektedir. Üretim süreci sonrası hazırlanan yemekler müşteri noktalarında servis edilmek üzere araçlarla dağıtımına çıkarılmaktadır.

Çalışma kapsamında işletmenin stok ve üretim faaliyetlerinden kaynaklı maliyetlerin azaltılması yoluyla işletmeye ekonomik katkı sağlamak tezin amaçlarından biridir. Çalışmanın bir diğer boyutu ise gıda israfını azaltarak çevresel ve toplumsal fayda yaratmaktır. Bu doğrultuda işletmenin stokuna giren ürünlerin en az zayıyla yemeğe dönüşebilmesi ve üretim faaliyetlerinin en az maliyetle gerçekleştirilebilmesine imkân sağlayacak bir matematiksel model kurulmuştur. Model alternatif senaryolar üzerinden çalıştırılarak maliyet optimizasyonu sağlanmıştır. Tez çalışması Şekil 3.1’deki akış doğrultusunda planlanmış ve faaliyetler gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışması, gıda işletmelerinde üretimden kaynaklı maliyetler ile bozulan veya israf edilen malzemenin en aza indirilmesi amaçlarına hizmet edecek üretim karması unsurlarının tespitinden sonra aşağıdaki temel sorulara cevap aramaktadır:

- Hangi malzeme grubuna ne kadar ihtiyaç duyulmaktadır?
- Talebi karşılayacak menü miktarı nedir?
- Depodaki malzemelerin bozulmasından kaynaklanacak atık miktarı nedir?
- Yemeğin üretimi için ne kadarlık bir işgücü kapasitesine ihtiyaç duyulmaktadır?
- Fazla üretimden kaynaklı israf edilen yemek miktarı nedir?



Şekil 3.1 Çalışmada izlenen faaliyet akışı

Yemek üretimi oldukça karmaşık ve daha çok ürüne göre belirlenen faaliyetlerden oluşan süreçlerdir. Her bir yemeğin içeriğinde kullanılan malzeme ve karışım oranları değişkenlik gösterebilmektedir. Bu malzemeler belirli zaman dilimlerinde tedarikçilerce sağlanmaktadır. Üretim planı aylık olarak planlanmaktadır. Üretim planının şekillenmesinde ve malzeme ihtiyaç planının oluşturulmasında müşterinin talep ve tercihi etkili olmaktadır.

3.3.1. Varsayımlar

Problemin çözümünü kolaylaştırmak için gıda üretim şefi, satış ve satın alma müdürü ve üretimden sorumlu ustabaşından oluşan karar vericilerle yapılan görüşmeler sonrası çeşitli varsayım ve kısıtlamalar belirlenmiştir. Kurulan model işletmenin stok ve üretim süreçlerindeki çeşitli maliyetlerin minimizasyonunu amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusundaki varsayımlar aşağıda verilmektedir.

- Yemek üretiminde kullanılmak üzere birçok malzemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat yemekler ve içerikleri sınıflandırıldığında en çok ihtiyaç duyulan ürünlerin çeşitli sebzeler, et ve tavuk ürünleri, tahıllar, baharatlar ve süt ürünleri olduğu görülmektedir. Yemeklerin içeriğinde kullanılan baharatlar ihmal edilecek kadar düşük miktardadır. Ayrıca çalışmaya dâhil edilen yemek çeşitleri göz önüne alındığında süt ve süt ürünlerini içeren bir gruba ihtiyaç duyulmamıştır. Tahıl grubu ürünlerin uzun raf ömürleri göz önüne alındığında öncelikle sebze ve et grubu ürünlerle ilgili analizin gerçekleştirilmesi fikri ön plana çıkmıştır. Bu sebeple iki gruptaki ürün ve yemekteki ortalama kullanım miktarları hesaba alınmış ve analizler bu doğrultuda gerçekleştirilmiştir. Bu gruplar “sebze grubu” ve “et grubu” şeklinde isimlendirilmektedir:
- Yemekler müşteri noktalarında menüler halinde gruplandırılarak servis edilmektedir. Her menünün içeriğinde “çorba-ana yemek-pilav-salata” bulunmaktadır. Süt ve süt ürünleri analize dâhil edilmediği için salata dışında yoğurt ve türevleri gruplandırmalara dahil edilmemiştir. Ayrıca tatlı çeşitleri de analiz dışında tutulmaktadır.
- Müşterilerle yapılan uzun süreli anlaşmalar gereği içerikleri değişmesine rağmen menü grupları için tek fiyatlandırma yapılmaktadır. Fiyatlandırma koşulları belirlenirken özellikle yemeklerin içeriğindeki en maliyetli ürün grubu olan et grubu ve sonrasında sebze grubu oranları dikkate alınmaktadır. Menülerde yer alan yemek kombinasyonları Tablo 3.1’de yer almaktadır. Çorbalar, pilavlar ve salatalar her menü grubunda da ortak yer alabilmektedir. Menüleri farklılaştıran ana yemek türleri olmaktadır.
- Menüler oluşturulurken müşterilerin sadece Tablo 3.1.’deki yemek gruplarını tercih ettikleri varsayılmıştır. Menüler için gerekli sebze grubu ve et grubu malzemeleri menü kombinasyonundaki yemeklerin içerikleri için gerekli ilgili malzemelerin aritmetik ortalamaları alınarak tespit edilmektedir.

Tablo 3.1 Menü içindeki yemek kombinasyonları

Çorbalar	Ana Yemekler			Pilavlar	Salatalar
• Kırmızı mercimek çorba • Arpa şehriyeli tavuk çorba • Ezogelin çorba	• Mantarlı tavuk sote • Ankara tava • Çoban kavurma • Dana rosto • Pilav üstü tavuk kavurma	• Çiftlik köfte • Dalyan köfte • İslim köfte	• Kıymalı taze fasulye • Etli kuru fasulye • Etli nohut • Etli pırasa	• Sebzeli pirinç pilavı • Sebzeli bulgur pilavı • Bulgur pilavı	• Çoban salata • Havuç salatası • Karışık salata • Kırmızılahana salatası

- Üretim planlama ufku bir hafta olarak belirlenerek günlük üretim periyodu temel alınmaktadır. Üretim için tek vardiya çalışıldığı ve menülerin öğle yemeği vaktine yetiştirildiği varsayılmıştır.
- Catering işletmesinin depolarında bekletilen ürünlerin bir kısmı çeşitli sebeplerden dolayı bozularak gıda atığına dönüşmektedir. Analiz kapsamında taşıma, ortam koşullarındaki olumsuzluklar vb. faktörler ihmal edilmiştir. Bozulma nedeni olarak sadece raf ömürlerinden hareketle ürünlerin depoda gereğinden fazla bekletilme süreleri dikkate alınmaktadır.
- Üretim hacminin müşteri talebine endeksli olduğu varsayılmıştır. Fakat müşteri noktalarında her ne kadar yok satma faktörü ihmal edilmişse de gerçeğe uygun olarak talebin üzerinde üretim gerçekleştirilmesi mümkün kılınmıştır. İşletme talebin karşılanmasını öncelikli olarak kabul ederken arz fazlası yemeğin israf edilmesine katlanmaktadır. Arz fazlası yemek atık olarak çöpe dökülmektedir. Bu sebeple artan yemeğin atık maliyeti de analiz de dikkate alınmaktadır.
- Modeldeki talep, menü miktarı, üretim zamanı vb. bazı parametrelerde belirsizlik söz konusudur. Bu sebeple iki aşamalı analiz gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada sabit parametre verisi ışığında optimizasyon gerçekleştirilmektedir. İkinci aşamada belirsiz parametreler doğrultusunda model bulanıklaştırılmaktadır.
- Üretim planı hazırlanırken mevcut müşterilerin sipariş adedi temel alınmaktadır. Fakat müşteri noktalarında çoğu zaman sipariş edilenden fazla ya da eksik menü servisi yapılmaktadır. İkinci aşamadaki bulanık parametre hesabında karar verici ile yapılan görüşmelerdeki tolerans payı dikkate alınmıştır.
- Dağıtım süreci analize dâhil edilmediğinden dağıtımdan kaynaklı ekonomik ve çevresel kısıtlar ile maliyet fonksiyonlarına modelde yer verilmemiştir.

- Tedarikçilerden sağlanan ürünlerin belirlenen periyotların başında ve bir anda teslim alındığı varsayılmıştır. Sipariş ve teslimattan kaynaklı sipariş maliyeti analize dâhil edilmemiştir. Üretimdeki tüm çalışanların kapasite ve işgücü verimlilikleri birbirine denk varsayılmıştır.

3.4. Verilerin Toplanması

Çalışma için tasarlanan matematiksel modelin temelinde maliyet minimizasyonu olan tek bir amacı bulunmaktadır. Fakat bu fonksiyon birden fazla süreçten etkilenmektedir. Stoktan, atıktan ve üretimden etkilenen amaç fonksiyonunun hizmet ettiği alt amaçlar şunlardır:

- i. Depoda bekleyen ürünler için optimum stok politikasının belirlenmesi
- ii. Depoda bozularak gıda atığına dönüşen malzeme miktarının en aza indirilmesi
- iii. Üretimin en uygun sayıda işgücü ile gerçekleştirilmesi
- iv. Talebe yetecek yeterli miktarda ürün karmasının kullanılması

Yemek üretimi için gerekli malzeme miktarı, işgücü kombinasyonu vb. planlamaların yapılabilmesi için öncelikle müşteri noktalarındaki talebin bildirilmesi gerekmektedir. Planlama haftalık bazda gerçekleştirilmekte ve müşterilerle toplu sipariş miktarı üzerinden anlaşılmaktadır. Üretilen ürünün doğası gereği yemek talebi hiçbir zaman sabit gerçekleşmemektedir. Bunun birkaç sebebi olabilmektedir. Örneğin müşteri noktalarındaki çalışanlar o günkü menüyü beğenmeyip öğle yemeği için farklı tercihlerde bulunabilmektedir veya müşteri noktasında acil bir işin yetiştirilmek istenmesinden dolayı ek işgücüne ihtiyaç duyulmuş olabilmektedir. Catering işletmesi bu sebeple talebi belirli bir tolerans payı içerisinde ele almaktadır. Catering işletmesi ve müşteriler arasındaki sipariş anlaşması menü sayısı üzerinden gerçekleştirilmektedir. Modelde talep verisini kullanabilmek için bir kişilik menü miktarı ağırlığı ile planlanan menü miktarı adedi çarpılmıştır. Bu sayede menülerin üretilmesinde ihtiyaç duyulan malzeme miktarı için hesaplama kolaylığı sağlanmıştır.

Yapılan analiz ve menüde yer alan yemeklerin içerikleri için gerçekleştirilen tekrarlı tartım faaliyetlerinde bir kişilik menüde yer alan yemeklerin ortalama ağırlığı 0,512 kg gelmektedir. İşletmenin müşterileri ile yaptığı anlaşmalar gereği ortalama talebi toplam 3220 kişilik menü seviyesinde gerçekleşmektedir. İşletmelerin her bir menü türünden isteği değişebilmekte iken genelde üretim oranı birbirine yakın gerçekleşmektedir. Fakat talepte sıklıkla dalgalanma meydana gelebilmektedir. Karar vericiler ile yapılan görüşmede talepte çoğu zaman her bir menü çeşidinden ortalama 100 kişilik menü ihtiyacının ya da israfının olduğu tespit edilmiştir. Talepteki bu dalgalanma durumu analizin ikinci kısmında

parametrelerin bulanıklaştırılmasında dikkate alınmaktadır. Menü ağırlığı tespit edilirken yemeğin suyu vb. yanı sıra sebze ve et türevinin dışındaki malzemelerin ağırlığa katkısı ihmal edilmektedir.

Tablo. 3.2’de menülerde yer alan ve analize dâhil edilen yemek türleri ve içerik bilgisi örneği yer almaktadır (www.aybu.edu.tr, erişim tarihi: 15.01.2019).

Tablo. 3.2 Yemek içerik bilgisi

Çorba Grubu Yemekler					
<i>Kırmızı mercimek çorba</i>		<i>Arpa şehriyeli tavuk çorba</i>		<i>Ezogelin çorba</i>	
<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>	<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>	<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>
Kırmızı Mercimek	20 gr	Arpa Şehriye	5 gr	Bulgur	3 gr
Kuru Soğan	5 gr	Kara Biber	0,2 gr	Kara Biber	0,2 gr
Limon	30 gr	Limon	30 gr	Kırmızı Mercimek	15 gr
Margarin	8 gr	Margarin	5 gr	Kuru Nane	0,15 gr
Pul Biber	0,3 gr	Maydanoz	0,01 demet	Kuru Soğan	2,5 gr
Tuz	1,5 gr	Pul Biber	0,3 gr	Limon	30 gr
Un	8 gr	Salça	7 gr	Margarin	5 gr
		Tavuk Fileto	15 gr	Pirinç	3 gr
		Tuz	2 gr	Pul Biber	0,3 gr
		Un	5 gr	Salça	7 gr
				Sıvı Yağ	1,5 gr
				Tuz	2 gr
				Un	5 gr
Ana Yemekler					
<i>Mantarlı tavuk sote</i>		<i>Ankara tava</i>		<i>Çoban kavurma</i>	
<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>	<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>	<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>
Defne Yaprığı	0,1 gr	Dana Rosto	150 gr	Dana Rosto	150 gr
Domates	15 gr	Defne Yaprığı	0,05 gr	Domates	40 gr
Fesleğen	0,1 gr	Domates	15 gr	Kara Biber	0,2 gr
Kara Biber	0,1 gr	Kara Biber	0,1 gr	Kekik	0,2 gr
Kekik	0,2 gr	Margarin	5 gr	Kuru Soğan	7 gr
Kimyon	0,1 gr	Maydanoz	0,01 demet	Margarin	5 gr
Kuru Soğan	8 gr	Pirinç	60 gr	Pul Biber	0,3 gr
Mantar	50 gr	Sıvı Yağ	5 gr	Salça	7 gr
Pul Biber	0,1 gr	Sivri Biber	3 gr	Sarımsak	1 gr
Salça	7 gr	Tuz	2 gr	Sıvı Yağ	5 gr

Sıvı Yağ	10 gr			Sivri Biber	10 gr
Sivri Biber	5 gr			Tuz	2 gr
Tavuk Fileto	175 gr			Un	2 gr
Tuz	2 gr				
Un	5 gr				
<i>Dana rosto</i>		<i>Pilav üstü tavuk kavurma</i>		<i>Çiftlik köfte</i>	
<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>	<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>	<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>
Dana Rosto	150 gr	Kara Biber	10 gr	Dana Kuşbaşı	80 gr
Açık Yoğurt	15 gr	Kekik	0,2 demet	Havuç	15 gr
Domates	20 gr	Kırmızı Biber	15 gr	Kimyon	0,1 gr
Kara Biber	0,2 gr	Kuru Soğan	5 gr	Köfte Baharatı	1 gr
Kekik	0,2 gr	Margarin	0 gr	Konserve Bezelye	20 gr
Margarin	5 gr	Pirinç	60 gr	Kuru Soğan	7 gr
Patates	90 gr	Sıvı Yağ	10 gr	Margarin	2,5 gr
Pul Biber	0,3 gr	Sivri Biber	10 gr	Maydanoz	0,02 gr
Salça	5 gr	Tavuk Fileto	175 gr	Patates	60 gr
Sıvı Yağ	2 gr	Tuz	2 gr	Salça	7 gr
Sivri Biber	8 gr			Sarımsak	1 gr
Tuz	2 gr			Sıvı Yağ	2,5 gr
Un	5 gr			Tuz	2 gr
				Un	5 gr
				Yumurta	0,03 gr
<i>Dalyan köfte</i>		<i>İslim köfte</i>		<i>Kıymalı taze fasulye</i>	
<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>	<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>	<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>
Dana kuşbaşı	80 gr	Dana Kuşbaşı	80 gr	Dana Kuşbaşı	40 gr
Domates	35 gr	Domates	40 gr	Domates	20 gr
Havuç	15 gr	Kara Biber	0,1 gr	Kara Biber	0,2 gr
Kara Biber	0,2 gr	Kekik	0,1 gr	Kuru Soğan	7 gr
Köfte Baharatı	1 gr	Köfte Baharatı	0,5 gr	Margarin	5 gr
Konserve Bezelye	25 gr	Kuru Soğan	7 gr	Pul Biber	0,3 gr
Kuru Soğan	13 gr	Margarin	2,5 gr	Salça	7 gr
Margarin	2,5 gr	Patlıcan	150 gr	Sıvı Yağ	2,5 gr
Patates	100 gr	Pul Biber	0,2 gr	Sivri Biber	10 gr
Pul Biber	0,5 gr	Salça	7 gr	Taze Fasulye	150 gr
Salça	7 gr	Sıvı Yağ	30 gr	Tuz	2 gr
Sıvı Yağ	20 gr	Sivri Biber	5 gr	Un	5 gr

Sivri Biber	10 gr	Tuz	2 gr		
Tuz	2 gr	Un	5 gr		
Un	5 gr	Yumurta	0,03 adet		
Yumurta	0,03 adet				
<i>Etli kuru fasulye</i>		<i>Etli nohut</i>		<i>Etli pırasa</i>	
<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>	<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>	<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>
Dana Kuşbaşı	40 gr	Dana Kuşbaşı	40 gr	Dana Kuşbaşı	40 gr
Domates	10 gr	Domates	10 gr	Domates	5 gr
Kara Biber	0,2 gr	Kara Biber	0,2 gr	Kara Biber	0,2 gr
Kuru Fasulye	40 gr	Kuru Soğan	3 gr	Kuru Soğan	15 gr
Kuru Soğan	3 gr	Margarin	5 gr	Margarin	2,5 gr
Margarin	5 gr	Nohut	40 gr	Pırasa	200 gr
Pul Biber	0,3 gr	Pul Biber	0,3 gr	Pirinç	7 gr
Salça	8 gr	Salça	8 gr	Pul Biber	0,3 gr
Sıvı Yağ	2 gr	Sıvı Yağ	2 gr	Salça	7 gr
Sivri Biber	5 gr	Sivri Biber	5 gr	Sıvı Yağ	2,5 gr
Tuz	2 gr	Tuz	2 gr	Sivri Biber	3 gr
Un	5 gr	Un	5 gr	Tuz	2 gr
Pilavlar					
<i>Sebzeli pirinç pilavı</i>		<i>Sebzeli bulgur pilavı</i>		<i>Bulgur Pilavı</i>	
<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>	<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>	<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>
Dereotu	0,01demet	Bulgur	50 gr	Bulgur	50 gr
Havuç	10 gr	Çarliston Biber	2,5 gr	Domates	10 gr
Konserve Bezelye	15 gr	Havuç	5 gr	Kara Biber	0,3 gr
Margarin	5 gr	Kara Biber	0,2 gr	Kuru Nane	0,3 gr
Pirinç	50 gr	Kuru Soğan	5 gr	Kuru Soğan	10 gr
Sıvı Yağ	5 gr	Mantar	5 gr	Margarin	5 gr
Tuz	2 gr	Margarin	5 gr	Pul Biber	0,3 gr
		Sıvı Yağ	7 gr	Salça	7 gr
		Taze Kabak	10 gr	Sıvı Yağ	5 gr
		Tuz	2 gr	Sivri Biber	5 gr
		Yeşil Soğan	5 gr	Tuz	1,5 gr
Salatalar					
<i>Çoban salata</i>		<i>Havuç salata</i>		<i>Karışık salata</i>	
<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>	<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>	<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>
Domates	125 gr	Havuç	135 gr	Domates	60 gr

Limon	25 gr	Limon	25 gr	Limon	25 gr
Maydanoz	0,15 demet	Sıvı Yağ	6 gr	Marul	22 gr
Salatalık	30 gr	Tuz	1 gr	Maydanoz	0,01 demet
Sıvı Yağ	3 gr	Maydanoz	0,15 demet	Salatalık	50 gr
Sivri Biber	15 gr			Sıvı Yağ	7,5 gr
Taze Nane	0,01 demet			Tuz	1 gr
Tuz	1,5 gr				
<i>Kırmızı lahana salatası</i>					
<i>İçerik</i>	<i>Gramaj</i>				
Kırmızı Lahana	100 gr				
Limon	25 gr				
Sıvı Yağ	6 gr				
Tuz	0,8 gr				

İçeriğindeki malzeme ve gramaj bilgileri Tablo 3.2’de yer alan yemekler menüleri oluşturmaktadır. Çorba, pilav ve salata çeşitleri her menüde ortak kullanılmaktadır. Fakat ana yemeklerde içeriğindeki et oranına göre farklılaşmış yemekler menü gruplarındaki farkı ortaya çıkarmaktadır. Örneğin “Mantarlı tavuk sote”, “Ankara tava”, “Çoban kavurma”, “Dana rosto” ve “Pilav üstü tavuk kavurma” ana yemeklerinde ortalama et miktarı 160 gr iken “Çiftlik köfte”, “Dalyan köfte” ve “İslim köfte” yemeklerinde bu miktar ortalama 80 gr gelmektedir. “Kıymalı taze fasulye”, “Etli kuru fasulye”, “Etli nohut” ve “Etli pırasa” yemeklerinde ise et oranı ortalama 40 gr olmaktadır. Çorba, pilav ve salata ürünlerinin menüye dâhil edilmesiyle menüdeki et, sebze ve tahıl oranları değişebilmektedir.

Süt ve süt ürünleri Tablo 3.2.’den görüleceği üzere analizde yer verilen yemeklerin içeriğinde kullanılmadığından modelin girdi değişkenleri arasında yer almamaktadır. Aynı şekilde menülerin içeriğinde yer alan tahıl ve bakliyat grubu ürünler de varsayım olarak analizlere dâhil edilmemiştir. Bunun yanında, menülerde yer alan yemek gruplarının kimisinde et türevi olarak tavuk kimisinde ise kırmızı etin kullanıldığı görülmektedir. Karar vericilerle yapılan görüşmelerde alınan kararlar doğrultusunda çalışmayı sadeleştirmek adına iki et türevinin de tek bir et sınıfı altında birleştiği varsayılmıştır. Benzer olarak sebze grubunda yer alan domates, havuç, soğan, patates vb. ürünlerin sebze grubu altında birleştirilmesi kararlaştırılmıştır. Bu işlemlerden sonra yapılan hesaplamalarda menülere diğer yemek gruplarının da dâhil edilmesi sonucu kullanılan et ve sebze grubu malzemelerin içeriklerinin ortalama gramajları ve bunların toplam miktar içerisindeki oranları Tablo 3.3’te sunulmaktadır.

Tablo 3.3 Menülerde kullanılan malzeme miktarları ve oranları (gr)

Yemek Grubu	Yemek Çeşidi	Malzemeler		Toplam
		Et	Sebze	
Ana Yemek	Mantarlı Tavuk Sote	175	78	253
	Ankara Tava	150	18	168
	Çoban Kavurma	150	58	208
	Dana Rosto	150	118	268
	Pilav Üstü Tavuk Kavurma	175	30	205
	Çiftlik Köfte	80	103,2	183,2
	Dalyan Köfte	80	198	278
	İslim Köfte	80	202	282
	Kıymalı Taze Fasulye	40	187	227
	Etli Kuru Fasulye	40	18	58
	Etli Nohut	40	18	58
	Etli Pırasa	40	223	263
	Ortalama	100,00	104,27	204,27
Çorba	Kırmızı Mercimek Çorba	0	30	30
	Arpa Şehriyeli Tavuk Çorba	15	30	45
	Ezogelin Çorba	0	32,5	32,5
	Ortalama	5,00	30,83	35,83
Pilav	Sebzeli Pirinç Pilavı	0	25	25
	Sebzeli Bulgur Pilavı	0	32,5	32,5
	Bulgur Pilavı	0	25	25
	Ortalama	0	27,5	27,5
Salata	Çoban Salata	0	195	195
	Havuç Salatası	0	160	160
	Karışık Salata	0	157	157
	Kırmızı Lahana Salatası	0	125	125
	Ortalama	0,00	159,25	159,25
		Et	Sebze	Toplam
	Menü Toplam Miktar	105,00	321,85	426,85
	Malzeme Ortalaması	0,25	0,75	

Catering işletmesi menülerde ihtiyaç duyduğu et ve sebze grubu ürünlerini haftanın belirli günlerinde tedarik etmektedir. Tablo 3.6'da işletmenin bir haftalık tedarik planlaması görülmektedir. Tedarik edilen ürünler serin ve iklimlendirilmiş depoda kendilerine ayrılan

bölmelerde bekletilmektedir. Ürünler mümkün olduğunca FIFO esasları doğrultusunda üretime alınmaktadır. Fakat bazen bu sıralama dikkate alınmadığında, zamanı geçen ürünler bozulabilmektedir. Ürünlerin bozulmalarını önlemek için raf ömürlerine dikkat etmek gerekmektedir. Tablo 3.4’de belli başlı bazı ürünlerin soğutucu ortamda ortalama raf ömürleri yer almaktadır (food.unl.edu, erişim tarihi: 17.01.2019). Bu bilgiler doğrultusunda sebze ve et grubu ürünlerin model için ihtiyaç duyulan raf ömürleri tespit edilmiştir.

Ayrıntılı olarak Tablo 3.4’te soğutulmuş ortamda veya oda sıcaklığında bekleme süreleri sunulan et ve sebze grubu ürünleri için analizde kullanılmak üzere grup adına raf ömrü minimum süreler göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Görüleceği üzere işlenmemiş et ürünlerinin maksimum raf ömrü iki gündür. Sebze ürünlerine bakıldığında daha çok yeşil sebzeler üç ve beş gün arasında dayanabilirken sert sebzeler nispeten daha uzun süre tazeliğini koruyabilmektedir. Özellikle tez çalışmasının zaman ufku yedi gün olarak planlandığı için tahıl ve bakliyat grubu gıda atığı göz ardı edilmiştir. Herhangi bir tahıl veya bakliyat grubunun raf ömrü minimum altı-sekiz hafta olarak belirtilmektedir. Bu bilgilerden hareketle çalışmada et grubu ürünler için raf ömrü iki gün, sebze grubu ürünler içinse beş gün olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.4 Gıda ürünü soğutucu ortamda raf ömürleri

Et Grubu		Sebze Grubu	
<i>Gıda Ürünü</i>	<i>Raf Ömrü</i>	<i>Gıda Ürünü</i>	<i>Raf Ömrü</i>
Taze biftek, pizola	3-4 gün	Kuşkonmaz	2-3 gün
Taze sakatat	1-2 gün	Brokoli, brüksel lahanası	3-5 gün
Taze kıyma	1-2 gün	Bezelye, yeşil soğan	3-5 gün
Pişmiş et	2-3 gün	Taze fasulye, yaz kabağı	3-5 gün
Konserve et	1 yıl	Mantar	3-5 gün
Taze kanatlı eti	2 gün	Lahana, karnabahar	1 hafta
Pişmiş kanatlı eti	2-3 gün	Kereviz, Salatalık	1 hafta
Tavuk etli börek, güveç	1 gün	Marul, biber, domates	1 hafta
Tavuk etli salata	1 gün	Havuç, pancar, turp	2 hafta
		Patates, kış kabağı, kuru soğan	1 hafta (oda sıcaklığında)
		Konserve sebze (açılmış)	1-4 gün

Ürünlerin satın alma maliyetleri belirlenirken çalışmaya dahil edilmiş Tablo 3.2’de yer alan yemek gruplarındaki sebze ve et ürünleri çeşit ve miktarları göz önüne alınmıştır. Bu doğrultuda sebze ürünleri (<https://www.mersin.bel.tr/hal?Gun=22&Ay=10&Yil=2019>, erişim tarihi: 22.10.2019) ve et ürünleri (<https://www.esk.gov.tr/tr/12197/Satis-Fiyatlari>, erişim tarihi: 22.10.2019) için ortalama satın alma maliyetleri belirlenmiştir. Benzer olarak işçilik maliyetleri için çalışanın 26 gün çalıştığı varsayımı ile asgari ücret üzerinden (<https://ailevecalisma.gov.tr/istatistikler/calisma-hayati-istatistikleri/asgari-ucret/asgari-ucret-2019/>, erişim tarihi: 22.10.2019) çalışanın işverene getirdiği günlük maliyet dikkate alınmıştır.

3.5. Modelin Kurulması

Çalışmada bir catering firmasının değişen talep karşısında malzeme ihtiyacı ve üretim faaliyetlerinin yanı sıra raf ömrünü tamamlayıp bozulan ve atığa dönüşen gıda malzemelerinden kaynaklı toplam maliyetini en aza indirecek bir doğrusal programlama modeli kurmak amaçlanmıştır. Söz konusu modelde talep ve menülerdeki malzeme içeriklerine ait oran gibi parametrelerin yarattığı belirsizliğin azaltılabilmesi için bulanık dönüşümler kullanılmaktadır. Bulanık dönüşüm sonrası beklenen aralıklar karşılaştırılarak bulanık sayıların sıralanması yoluyla çözüm alternatifleri incelenmektedir.

Çalışmada analiz iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiş ve bulgular incelenmiştir. İlk aşamada planlama ufku neticesinde yedi güne ait menü talebi doğrultusunda doğrusal programlama modeli çözülmektedir. Analizin ikinci aşamasında ise ilgili parametrelerin bulanıklaştırılması sonucunda model dönüşüme tabi tutulmaktadır. Bu dönüşüm sonucu çeşitli aralık değerlerinde modelin benzetim yoluyla çözüm alternatifleri incelenmiş ve karşılaştırılmıştır.

3.5.1. Girdi Ürün Yapısı

Gıda üretim sistemlerinde girdi ürününün yapısının stok ve atık maliyetlerinin ortaya çıkmasında etkisi bulunmaktadır. Gıda ürünleri belli bir kullanım ömrü bir başka ifade ile raf ömrü olan ürünlerdir. Bu kullanım ömrünün başında ürün, tüketilmek için en uygun zamandadır. Raf ömrüne kadar ürün tüketilebilir durumdadır fakat tüketicinin ürünü tüketme isteği giderek azalmaktadır. Raf ömrü sonunda ürün atığa dönüşerek bertaraf edilmektedir. Gıda stok sistemlerinde ürünlerin bozulmadan kaynaklı yarattığı maliyet için çeşitli yaklaşımlar sunulmaktadır. Bu tarz yaklaşımlarda bozulma faaliyeti stok seviyesinin stokastik bir fonksiyonu olarak ele alınabilmektedir (Coelho ve Laporte, 2014: 43). Tez çalışması

kapsamında her bir dönemde oluşabilecek atık miktarı hesaba katılmaktadır. Belirli raf ömrünün sonunda ürünlerin atığa dönüşmesi ve yarattığı maliyet, model içerisinde ele alınmaktadır. Mevcut modeldeki sebze ve et grubu ürünler için raf ömürleri sırasıyla beş ve iki gün olarak belirlenmiştir.

Stok modellerinde tipik elde bulundurma maliyeti, ürünün depolanmasından sorumlu maliyet kalemi olarak çoğu çalışmada genelleşebilmektedir. Tez çalışmasında raf ömrü söz konusu olduğu için stok maliyet parametresi için farklı bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmuştur. Buna göre ürünlerin stokta geçirdiği her bir dönem veya başka bir ifade ile her bir gün ürünün bir yaş daha almasına ve dolayısıyla yaşlanmasına sebebiyet vermektedir. Tüketicinin isteği hep en taze üründen yana olacağından üretimde öncelikle en genç ürünlerin kullanılması tercih edilmektedir. Bu durumda, ürünün stokta geçireceği her bir dönem daha çok stok maliyeti ortaya çıkarmaktadır. Ürünün yaşına yani stokta geçirdiği döneme göre stoktaki maliyet yükü artmaktadır. Bu durum ürünün mümkün olabildiğince erken tüketilmesini desteklemektedir. Özellikle raf ömrünün sonunda ürün tamamen atığa dönüşmektedir. Bu sebepten sebze veya et grubu ürünlerin raf ömründen daha fazla süre ile bekletilmesi işletmeye hem birikmiş envanter maliyeti hem de fazladan atık maliyeti faturası çıkarmaktadır. Ürünün bir yaşındaki hali işletme stoklarına ilk girmiş hali olduğundan bir yaşındaki ürünün stok maliyeti bulunmamaktadır.

Gıda işletmelerinde (özellikle taze ürünlerin kullanıldığı üretim tesislerinde) ürünün yaşı doğrultusunda kar ve maliyet hesabı yapılması, analizi mümkün olabildiğince gerçekleşen duruma yaklaştırmaktadır. Nitekim bu tez kapsamında kurulan modelde yaş faktörüne oldukça önem verilmektedir. Modelde ürünün bir yaşındaki hali en taze olduğu zamandır. Benzer olarak, iki yaşındaki bir ürünün aslında bir gün stokta beklediği ve raf ömründen sadece bir gün gittiği yorumu yapılabilir. İşletmelerde genel olarak ürünün yaşından hareketle iki tür kullanım tercihi gelişmektedir. Bunlar, en taze ürün önce kullanılsın ya da raf ömrünün sonundaki ürün önce değerlendirilsin şeklindedir. Tez çalışması kapsamında kurulan modelde her iki tercih de dikkate alınmaktadır. Buradan hareketle stoktaki yaşı geçmiş ürünlerin genç muadillerine göre stok maliyeti daha fazladır. Buna karşın mümkün olabildiğince yaşlı ürünün öncelikle üretimde tercih edilmesi için yaşlı ürünlerin üretimde kullanılması düşük maliyet ile teşvik edilmektedir.

3.5.2. Temel Modelin Tanımlanması

Temel model, catering işletmesinin stok ve üretimdeki faaliyetlerini kapsayan değişken parametre ve kısıtlardan oluşmaktadır. Modelin, toplam maliyetin minimizasyonunu hedefleyen tek bir amaç fonksiyonu bulunmaktadır. Fakat bu amaç fonksiyonunun kelimeleri stok ve üretim maliyetlerini içermektedir.

Çalışmada üç set bulunmaktadır. Bunlardan $j \in J = \{1,2\}$ sebze ve et malzeme gruplarını, $t \in T = \{1,2, \dots, 7\}$ bir haftalık planlama ufkunu ve $g \in G = \{1,2, \dots, 7\}$ planlama ufku içerisinde ürünün günlük aldığı yaşı ifade etmektedir. Ürün stoka girdiğinde bir yaşını almakta, her dönem sonunda yaşı bir artmaktadır. İşletmede envanterden sorumlu birim yaşlarına göre envanterdeki ürün miktarının farkındadır. Çünkü ürünün üretimde tercih edilmesi ve stok tutma maliyetleri, ürünün yaşından etkilenmektedir. Üretimde kullanılacak ya da stokta bekleyecek ürünün tercihi yaş faktöründen etkilenmektedir. Stok için herhangi bir kapasite kısıtı bulunmamaktadır. Stoka gelecek olan ürünler ilgili sipariş döneminin başında tek seferde ve bir anda tedarik edildiği varsayımına dayanmaktadır ve Q_{jt} ile gösterilmektedir. İlgili satın alımdan kaynaklı maliyet Ω_j ile ifade edilmektedir. Dönemin başında tedarik edilen ürünler stoka girdiğinde bir yaşında kabul edilmektedirler.

Modelin kritik parametrelerinden birisi de raf ömrüdür. Modelde birden fazla girdi değişkeni olduğundan her bir değişkenin raf ömrü için farklı parametre tanımlaması yapılmış ve r_j ile sembolize edilmiştir. Stokta raf ömründen daha fazla süre geçiren malzemeler doğrudan atığa dönüşmekte ve bu ürünler üretime sokulmamaktadır. Stoktaki ürünün yaşı raf ömrüne denk geldiğinde ürünün atığa dönüşümü gerçekleşmektedir. Stokta raf ömrünün üzerinde yaşa sahip malzemenin bulundurulmasına izin verilmemektedir. Ürünün stoktaki geçirdiği dönem stok maliyetini etkilemektedir. Ürünün stokta geçirdiği her bir dönem ürünün birim stok maliyetine yük getirmektedir. Bu sebepten ürünün erken dönemde kullanılması teşvik edilmektedir. Stokta bulunan ürün miktarı I_{jt}^g değişkeni, ürünün stokta elde bulundurma maliyeti c_j^g ile ifade edilmektedir. Yanı sıra, raf ömrünün sonunda atığa dönüşen ürünün getirdiği fazladan bir atık malzeme maliyeti bulunmaktadır. Stokta atığa dönüşen malzeme miktarı W_{jt} , atıktan kaynaklı oluşan birim malzeme atığı maliyeti b_j ile gösterilmektedir. Stokta atık oluşumu ürünün yaşının bulunduğu dönemin sonunda gerçekleşmektedir.

Çalışmanın ikinci kısmını üretim aşaması oluşturmaktadır. Stok aşamasındakine benzer olarak yaş faktöründen kaynaklı tercih önceliği θ_j^g maliyet parametresi ile gerçekleştirilmektedir. Yaşı büyük ürünlerin üretim için öncelikle tercih edilmesi niyetiyle söz konusu parametrede g değeri ne kadar büyükse üretimde kullanılma maliyeti o kadar daha

düşük olmaktadır. Bu sayede yaşı büyük malzemelerin üretimde öncelikle değerlendirilerek israfın mümkün olduğunca azaltılması sağlanmaktadır. Ne kadar malzemenin üretimde kullanılacağı, değişken P_{jt}^g ile belirlenmektedir. Üretim dönemin başında gerçekleşmektedir. İşletmenin arz politikası gereği yok satmaya izin verilmemektedir. Bu sebeple üretimin talepten fazla olması istenmektedir. Fazla üretilen yemek de ne yazık ki bertaraf edilmektedir. İşletme üretim fazlası yemekten kaynaklı israf maliyetine katlanmaktadır. Üretimde kullanılacak malzeme miktarının öncelikle U_t talep parametresinden büyük olması gerekmektedir. Artan ve israf edilen yemek miktarı WP_t ile sembolize edilmektedir. Son olarak üretimin gerçekleştirilebilmesi için belli büyüklükte işgücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Üretimi gerçekleştirmek için yetecek işgücü büyüklüğü KS_t değişkeni ile belirlenmektedir.

Modele dair unsurlar ve formülasyon şu şekildedir:

Setler:

j : Stoktaki malzeme türü, (sebze, et), $j = (1,2)$

t : Planlama dönemi, $(1,2,3, \dots 7)$

g : Stoktaki malzemenin stokta bulunduğu dönem sonundaki yaşı $(1,2,3, \dots 7)$

Parametreler:

r_j : j . malzemenin raf ömrü, dönem

b_j : Stokta j . malzemenin bozulma maliyeti, ₺/kg

δ : Çalışan başına üretilen yemek miktarı, kg/dk.

θ_j^g : g . yaşındaki j . malzemenin üretimde kullanılma maliyeti, ₺/kg

Q_{jt} : t . zamanda j . malzemedan stoka gelen miktar, kg

c_j^g : g . yaşındaki j . malzemenin stokta tutulma maliyeti, ₺/kg

U_t : t . zamanda talep edilen yemek miktarı, kg

DT : Tek zaman aralığı toplam yemek hazırlama süresi, dk.

e : Üretimde çalışan başına maliyet, ₺/çalışan

l : Fazla üretim sonucu dökülen yemek maliyeti, ₺/kg

γ_j : j . malzemenin üretimde kullanılma oranı

Ω_j : j . malzemenin ortalama satın alma maliyeti

Değişkenler:

I_{jt}^g : t . dönemin başında stokta g yaşındaki j . malzeme miktarı, kg

P_{jt}^g : t . dönemde üretimde kullanılacak g yaşındaki j . malzeme miktarı, kg

W_{jt} : t . dönemde stokta bozulmuş j . malzeme miktarı, kg

WP_t : t . dönemde üretim fazlası yemek miktarı, kg

KS_t : t . zamanda çalışan sayısı, adet

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Minimum } \sum_j \sum_t \sum_g c_j^g I_{jt}^g + \sum_j \sum_t b_j W_{jt} + \sum_t l WP_t + \sum_t e KS_t + \sum_j \sum_t \sum_g \theta_j^g P_{jt}^g + \sum_j \sum_t \Omega_j Q_{jt} \quad (3.1)$$

Kısıtlar

$$I_{jt}^g - P_{jt}^g = I_{j,t+1}^{g+1} \quad (3.2)$$

$$I_{jt}^1 = Q_{jt} \quad (3.3)$$

$$W_{jt} = 0, \quad t \in \{T | t \leq r_j + 1\} \quad (3.4)$$

$$W_{jt} = I_{jt}^{r_j+2}, \quad t \in \{T | t > r_j + 1\} \quad (3.5)$$

$$\sum_{g=r_j+3}^t I_{jt}^g = 0 \quad (3.6)$$

$$\sum_j \sum_{g=1}^{r_j+1} P_{jt}^g = U_t + WP_t \quad (3.7)$$

$$\sum_j \sum_g P_{jt}^g \leq \delta DTKS_t \quad (3.8)$$

$$\sum_g P_{1t}^g = \sum_j \sum_{g=1}^{r_j+1} \gamma_1 P_{jt}^g \quad (3.9)$$

$$P_{jt}^g, I_{jt}^g, W_{jt}, WP_t \geq 0 \quad (3.10)$$

$$KS_t, \text{ tamsayı} \quad (3.11)$$

Modelin amaç fonksiyonunda (3.1) toplam maliyetin minimizasyonu amaçlanmaktadır. Toplam maliyet içerisinde yer alan her bir maliyet kalemi aşağıda açıklanmaktadır.

- $\sum_j \sum_t \sum_g c_j^g I_{jt}^g$; malzemenin stokta bulunduğu zaman diliminde ortaya çıkan stok elde bulundurma maliyeti, (TCI)
- $\sum_j \sum_t b_j W_{jt}$; staktaki malzemenin raf ömrünün sonunda atığa dönüşmesi sonucu ortaya çıkan stok atık maliyeti, (TCW)
- $\sum_t l WP_t$; fazla üretilen yemeğin bertaraf edilmesi sonucu ortaya çıkan yemek israf maliyeti, (TCWP)
- $\sum_t e KS_t$; üretimi gerçekleştirmek üzere ihtiyaç duyulan işgücü maliyeti, (TCKS)
- $\sum_j \sum_t \sum_g \theta_j^g P_{jt}^g$; yemeğin üretilmesi için gerekli olan malzemelerin üretimde işlenmesinden kaynaklı işçilik ve stok maliyetleri dışındaki doğrudan veya dolaylı tüm etmenlerden kaynaklı üretim maliyeti, (TCP)
- $\sum_j \sum_t \Omega_j Q_{jt}$; malzeme satın alma maliyeti (TCS)

Kısıt (3.2) yoluyla g . yaş grubundan stokta yer alan malzeme grubu içerisinde üretimde kullanılmak üzere aynı yaş grubundan ürünün çekilmesinden sonra bir sonraki dönemde bir yaş yaşlanmış ürün stokunun oluşması sağlanır. Bu şekilde ürünün yaş grupları ve dönemler arasındaki geçiş işlemi kurulmaktadır. Kısıt (3.3)' de t . dönemin başında j . malzemeden stoka gelen ürün miktarı, stoktaki bir yaşındaki j . malzeme stokunu oluşturmaktadır. Kısıt (3.4) ve Kısıt (3.5) stoktaki malzeme stokunun ortaya çıkmasını formüle etmektedirler. Kısıt (3.4)' e göre eğer ilgili t . dönem raf ömründen küçük ya da raf ömrüne eşit ise bu dönemde atık oluşmamaktadır. Kısıt (3.5) ise t . dönem raf ömründen büyük olduğu için raf ömrünü tamamlandıktan sonra ilerleyen dönem stokuna kalan ürünü atığa dönüştürmektedir. Kısıt (3.6) yoluyla raf ömrü sonunda ürün tamamı ile atığa dönüştüğünden sonraki dönemlerde stok oluşumuna izin verilmemektedir. Burada ürünün raf ömrüne bir eklenilmesinin sebebi ürünün stoka girerken zaten bir yaşını almasından kaynaklanmaktadır. Örneğin ürünün raf ömrünün iki dönem olduğu düşünüldüğünde dördüncü yaşına gelmiş bir ürünün atığa dönüşmesi beklenir. Ürünün yaşının atık oluşumunda büyük etkisi bulunmaktadır. Kısıt (3.7) üretim ve talep denge kısıtıdır. Bu kısıt yoluyla üretimin talepten büyük olması sağlanmaktadır. Fakat üretim fazlası mamul yemek bertaraf edilmek üzere atığa dönüşmektedir. Burada talep parametresinden hareketle model üretim ve israf büyüklüğünü mümkün olduğunca en asgari düzeye indirmeye çalışmaktadır. Zira hem üretim hem de israf değişkeni maliyet yaratmaktadır. Kısıt (3.8) işgücü büyüklüğünün belirlenmesini sağlamaktadır. Çalışan sayısının belirlenmesinde kullanılan değişken tam sayılı bir değişken olduğundan, model bu değişken sebebiyle karışık tam sayılı model haline gelmektedir. Ayrıca, işgücü büyüklüğü bölünemeyeceğinden mevcut üretimin üzerinde üretimi gerçekleştirmeye yetecek işgücü büyüklüğü bu kısıt vasıtasıyla belirlenmektedir. Kısıt (3.9) karışım kısıtıdır. Yemeğin içeriğinde kullanılacak malzeme miktarı oranları sebze oranı baz alınarak Kısıt (3.9) yoluyla belirlenmektedir. Kısıt (3.10) ve Kısıt (3.11) değişkenlerin özelliklerini tanımlamaktadır.

Temel modelde belirli parametrelerde sabit ve belirli değerler kullanılmaktadır. Analiz sonucunda elde edilen sonuçlar çözüm alternatiflerinden bazılarını oluşturmaktadır. Çalışma iki aşamalı olarak ele alındığından ikinci aşamada bazı parametrelerin bulanık olarak ele alınması ve bu yolla farklı çözüm alternatiflerinin ortaya çıkartılması planlanmıştır.

3.5.3. Bulanık Dönüşüm Metodolojisi

Gerçek hayat problemlerinde var olan sistemin modellenmesi için sistemin gevşetilebilmesi adına çeşitli varsayımlardan faydalanılmaktadır. Varsayımlar

doğrultusundaki kabuller ise gerçek hayat problemine sınırlı çözümler sağlamaktadır. Elbette ki, problemi etkileyen tüm değişkenlerin model içerisinde ele alınması mümkün olmamaktadır. Fakat problemi mümkün olabildiğince geniş perspektif içerisinde değerlendirmek, çözüm alternatiflerinin kalitesini artırmaktadır. Bulanık mantık ve bulanık teoriye dayalı karar verici sistemler, model içerisindeki parametre ve değişkenler için bir aralık sunmaktadır. Üretim ve hizmet sistemlerinin modellenmesinde sıklıkla başvuru bulanık yöntemler gıda tedarik zincirleri ve gıda üretim ve dağıtım sistemleri için de alternatif çözüm önerisi getirebilecek yaklaşımlar içerisinde yer almaktadır.

Gerçek hayat uygulamalarında var olan sistemin bulanık parametrelerle ifade edilmesi modeli gerçeğe daha çok yaklaştırmaktadır. Parametrelerde kullanılan bulanık sayılar belirli bir üyelik fonksiyonu doğrultusunda derecelendirilerek sonrasında durulaştırma işlemi ile model için kullanılabilir duruma getirilmektedir. Tez çalışması kapsamında, parametrelerle ilgili bulanık sayıların sıralanması işlemleri için ilk olarak Jiménez (1996) tarafından ortaya konulan, sonrasında Jiménez vd. (2007) ve Parra vd. (2005) tarafından geliştirilen bulanık sayının “beklenen değeri” ve “beklenen aralığı” kavramlarından faydalanılmış, durulaştırma işlemleri için ise Pishvae ve Torabi (2010) yaklaşımı kullanılmıştır (Polat vd., 2018: 772-773).

Ele alınan $\tilde{c}$ sayısının üçgensel bulanık bir sayı (c^p, c^m, c^o) olduğu varsayımından hareketle, sayı için üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekilde kurulmaktadır:

$$\mu_{\tilde{c}}(x) = \begin{cases} f_c(x) = \frac{x-c^p}{c^m-c^p} & \text{eğer } c^p \leq x \leq c^m \\ 1 & \text{eğer } x = c^m \\ g_c(x) = \frac{c^o-x}{c^o-c^m} & \text{eğer } c^m \leq x \leq c^o \\ 0 & \text{eğer } x \leq c^p \text{ veya } x \geq c^o \end{cases} \quad (3.12)$$

Bulanık $\tilde{c}$ sayısının aralık beklenen aralık (EI) ve beklenen değeri (EV) 3.13 ve 3.14 denklemde belirtilmektedir.

$$\begin{aligned} EI(\tilde{c}) &= [E_1^c, E_2^c] = \left[\int_0^1 f_c^{-1}(x) dx, \int_0^1 g_c^{-1}(x) dx \right] \\ &= \left[\frac{1}{2}(c^p + c^m), \frac{1}{2}(c^m + c^o) \right] \end{aligned} \quad (3.13)$$

$$EV(\tilde{c}) = \frac{E_1^c + E_2^c}{2} = \frac{c^p + 2c^m + c^o}{4} \quad (3.14)$$

Bulanık sayılar arasında bu sıralama yöntemi yaklaşımını kullanabilmek ve üyelik fonksiyonu (μ_M) hesabı için bir çift bulanık sayıya ihtiyaç duyulmaktadır. Aralarında $\tilde{a} > \tilde{b}$

ilişkisi olan bulanık sayı çiftleri için üyelik fonksiyonu $\mu_M(\tilde{a}, \tilde{b})$ Denklem 3.15'teki gibi elde edilmektedir:

$$\mu_M(\tilde{a}, \tilde{b}) = \left[\begin{array}{ll} 0 & \text{eğer} \quad E_2^a - E_1^b < 0 \\ \frac{E_2^a - E_1^b}{E_2^a - E_1^b - (E_1^a - E_2^b)} & \text{eğer} \quad 0 \in [E_1^a - E_2^b, E_2^a - E_1^b] \\ 1 & \text{eğer} \quad E_2^a - E_1^b > 0 \end{array} \right] \quad (3.15)$$

Burada üyelik fonksiyonu $\mu_M(\tilde{a}, \tilde{b})$, $\tilde{a}$ 'nın $\tilde{b}$ 'ye göre tercih derecesi olarak yorumlanabilmektedir. Eğer bu durumda, $\mu_M(\tilde{a}, \tilde{b}) \geq \alpha$ ve $\alpha \in [0,1]$ iken α iki sayı çifti arasındaki ilişkinin derecesi olarak ifade edilerek $\tilde{a} \geq_{\alpha} \tilde{b}$ şeklinde tanımlanmaktadır. Bu tanım doğrultusunda $\tilde{a}$, $\tilde{b}$ 'ye α derecesinde eşitlik sağlamaktadır. Eşitlik parçalandığında ortaya $\tilde{a} \geq_{\alpha/2} \tilde{b}$ ve $\tilde{a} \leq_{\alpha/2} \tilde{b}$ olarak iki eşitsizlik çıkmaktadır. Üyelik fonksiyonu eşitsizliklerden hareketle Denklem 3.16'daki gibi elde edilmektedir:

$$\frac{\alpha}{2} \leq \mu_M(\tilde{a}, \tilde{b}) \leq 1 - \frac{\alpha}{2} \quad (3.16)$$

Sunulan bu denklemler ışığında temelde iki bulanık denklem için durulaştırma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu temel denklemler aşağıda yer almaktadır:

$$\tilde{a}_i x \geq \tilde{b}_i \quad i = 1, \dots, l \quad (3.17)$$

$$\tilde{a}_i x = \tilde{b}_i \quad i = l + 1, \dots, m \quad (3.18)$$

Denklem 3.15 ve Denklem 3.16 hesaba alınarak Denklem 3.17 ve Denklem 3.18 aşağıdaki gibi formüle edilmektedir:

$$\frac{E_2^{a_i x} - E_1^{b_i}}{E_2^{a_i x} - E_1^{a_i x} + E_2^{b_i} - E_1^{b_i}} \geq \alpha \quad i = 1, \dots, l \quad (3.19)$$

$$\frac{\alpha}{2} \leq \frac{E_2^{a_i x} - E_1^{b_i}}{E_2^{a_i x} - E_1^{a_i x} + E_2^{b_i} - E_1^{b_i}} \leq 1 - \frac{\alpha}{2} \quad i = l + 1, \dots, m \quad (3.20)$$

Denklem 3.19 ve Denklem 3.20 şu şekilde düzenlenmektedir:

$$[(1 - \alpha)E_2^{a_i} + \alpha E_1^{a_i}]x \geq \alpha E_2^{b_i} + (1 - \alpha)E_1^{b_i} \quad i = 1, \dots, l \quad (3.21)$$

$$\left[\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)E_2^{a_i} + \frac{\alpha}{2}E_1^{a_i}\right]x \geq \frac{\alpha}{2}E_2^{b_i} + \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)E_1^{b_i} \quad i = l + 1, \dots, m \quad (3.22)$$

$$\left[\frac{\alpha}{2}E_2^{a_i} + \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)E_1^{a_i}\right]x \leq \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)E_2^{b_i} + \frac{\alpha}{2}E_1^{b_i} \quad i = l + 1, \dots, m$$

Denklemler a ve b sayı çifti doğrultusunda son haline aşağıdaki haliyle getirilmektedir:

$$\left[\left(1 - \alpha\right) \frac{a_i^m + a_i^o}{2} + \alpha \frac{a_i^p + a_i^m}{2} \right] x \geq \alpha \frac{b_i^m + b_i^o}{2} + \left(1 - \alpha\right) \frac{b_i^p + b_i^m}{2} \quad i = 1, \dots, l \quad (3.23)$$

$$\left[\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \frac{a_i^m + a_i^o}{2} + \left(\frac{\alpha}{2}\right) \frac{a_i^p + a_i^m}{2} \right] x \geq \left(\frac{\alpha}{2}\right) \frac{b_i^m + b_i^o}{2} + \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \frac{b_i^p + b_i^m}{2} \quad i = l + 1, \dots, m$$

$$\left[\left(\frac{\alpha}{2}\right) \frac{a_i^m + a_i^o}{2} + \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \frac{a_i^p + a_i^m}{2} \right] x \geq \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \frac{b_i^m + b_i^o}{2} + \left(\frac{\alpha}{2}\right) \frac{b_i^p + b_i^m}{2} \quad i = l + 1, \dots, m \quad (3.24)$$

3.5.4. Modeldeki İlgili Parametrelerin Bulanıklaştırılması

Bulanıklaştırma yönteminden hareketle tez çalışmasında üzerinde durulması gereken dört temel parametre bulunmaktadır. Parametreler içerisinde raf ömrü bilimsel çalışmalarla belirlenmiş ve tüketici sağlığı ve ürün güvenliği açısından kesinlik ifade etmesi gereken niceliklerden biridir. Dolayısıyla, raf ömrü için bulanık inisiyatif alınmamıştır. Sipariş dönemlerinin başında stoka giriş yapan malzeme miktarı tedarikçi ve işletme arasındaki ikili anlaşmalara bağlıdır. Bu sebeple stoka gelen malzeme miktarı da bulanık özellik taşımamaktadır. Stoka gelen malzemeye ilişkin satın alma maliyeti ise dönemsellik ve çeşitli belirsizlikler nedeniyle farklılık gösterebilmektedir. Fiyat değişimlerindeki belirsizlik dikkate alınarak sebze ve et türü ürün grupları için satın alma maliyetleri bulanık olarak değerlendirilmiştir. İşletmenin üretim ve stoklarından kaynaklı diğer maliyetlerinde gerçekleşecek maliyet değişimleri yapılabilecek iyileştirmelere ve üretim içi düzenlemelere bağlıdır. Tez kapsamında bu tür iyileştirme önerilerine yer verilmediğinden diğer maliyet parametreleriyle ilgili bulanık bir düzenlemeye gidilmemiştir.

Önerilen tez modelinde aşağıdaki bulanık parametrelerden faydalanılmaktadır:

- δ : Çalışan başı üretilen yemek miktarı, kg/dk.
- $\widetilde{U}_t$: t. zamanda talep edilen yemek miktarı, kg
- $\widetilde{\Omega}_j$: j. malzemenin satın alma maliyeti

Modeldeki bulanık parametreler Denklem 3.7 ve Denklem 3.8'in; Denklem 3.23 ve Denklem 3.24'te belirtilen dönüşümler geçirmesine sebebiyet vermektedir. Bulanıklaştırma ve durulaştırma işlemlerinde kullanılan α katsayısı kısıtın eşitsizlik durumundan etkilenmektedir. Buradan hareketle oluşturulan yeni denklem setleri aşağıda yer almaktadır:

$$\sum_j \sum_{g=1}^{r_j+1} P_{jt}^g \leq \left[\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \frac{U_t^o + U_t^m}{2} + \left(\frac{\alpha}{2}\right) \frac{U_t^p + U_t^m}{2} \right] + WP_t \quad (3.25)$$

$$\sum_j \sum_{g=1}^{r_j+1} P_{jt}^g \geq \left[\left(\frac{\alpha}{2}\right) \frac{U_t^o + U_t^m}{2} + \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \frac{U_t^p + U_t^m}{2} \right] + WP_t \quad (3.26)$$

$$\sum_j \sum_g P_{jt}^g \leq \left[(1 - \alpha) \frac{\delta^o + \delta^m}{2} + (\alpha) \frac{\delta^p + \delta^m}{2} \right] DTKS_t \quad (3.27)$$

$$TCS = \sum_j \sum_t \left(\frac{\Omega_j^p + 2\Omega_j^m + \Omega_j^o}{4} \right) Q_{jt} \quad (3.28)$$

Bulanık dönüşümler sonucu analizin ikinci safhasında Denklem 3.7 yerine Denklem 3.25 ve Denklem 3.26; Denklem 3.8 yerine Denklem 3.27 son olarak amaç fonksiyonu 3.1’de satın alma maliyetini ifade eden TCS kalemi yerine Denklem 3.28 kullanılmaktadır.

3.6. Analiz ve Bulgular

Çalışma kapsamında kurulan modelde belirsizlik ve değişkenlik gösteren çeşitli parametrelerin bulanık ele alınması sonucu ilgili kısıtlarda dönüşümler gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde iki aşamalı bir analiz yapılarak amaç fonksiyonunda yer alan her bir maliyet kalemi ve toplam maliyet unsuru karşılaştırılmaktadır. Modelin çözümü için GAMS 22.5 Solver paket yazılımından faydalanılmıştır. Çalışmada bulanık parametreler vasıtasıyla farklı " α " derecelerinde çözüm alternatifleri incelenmektedir. Söz konusu " α " değeri 0 ve 1 arasında değer almaktadır (Polat vd., 2018: 774). Analizde üç farklı α değeri için elde edilen sonuçlar karşılaştırılmaktadır. Bunlar, $\alpha = 0$, $\alpha=0,5$ ve $\alpha=1$ şeklindedir.

Tablo 3.5’te temel model için kullanılan parametre değerleri yer almaktadır.

Tablo 3.5 Temel model parametre değerleri

Gösterim	Açıklama	Parametre Değerleri
r_j	j . malzemenin raf ömrü, dönem, (sebze, et)	5; 2
δ	Çalışan başı üretilen yemek miktarı, kg/dk.	0,080
U_t	t . zamanda talep edilen yemek miktarı, kg	1650
DT	Tek zaman aralığı toplam yemek hazırlama süresi, dk.	480
y_j	j . malzemenin üretimde kullanılma oranı, (sebze, et)	0,75; 0.25
b_j	Stokta j . malzemenin bozulma maliyeti, ₺/kg, (sebze, et)	1,57; 32.29
e	Üretimde çalışan başı maliyet, ₺/çalışan	115,62
l	Fazla üretim sonucu dökülen yemek maliyeti, ₺/kg	10
Ω_j	j . malzemenin satın alma maliyeti, (sebze, et), ₺/kg	1,57; 32,29

Ürün bazında çeşitli parametreler ile maliyet parametrelerinin birkaçı Tablo 3.5’te yer almaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken birkaç nokta bulunmaktadır. Temel modelde bulanık parametre kullanılmadan analizin ilk ayağının gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Bu sebeple ikinci aşamada bulanık olarak ifade edilen $\tilde{\delta}$, $\tilde{U}_t$ ve $\tilde{\Omega}_j$ parametreleri bu aşamada

üçgensel bulanık sayılarla değil ortalama değer üzerinden analize dahil edilmiştir. Talep verisi ise her dönem için aynıdır. Onun için her ne kadar zaman içerisinde değişebilse de temel model için talep her dönem aynı gerçekleştiği varsayılmaktadır. Tablo 3.6’da dönem bazında stoka giren ürün miktarları görülmektedir.

Tablo 3.6 Stoka dönem başında giren malzeme miktarı, kg

Q_{jt}	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6. gün	7. gün
Sebze grubu	3000	0	3000	0	3000	0	0
Et grubu	500	500	500	500	500	500	0

İşletmenin üretim çevrimi içerisinde hafta başı pazartesi hafta sonu ise pazar olmak üzere yedi günlük üretim gerçekleşmektedir. Yaş faktörü doğrultusunda ürünlerin stokta tutulma ve üretimde kullanılma maliyetleri Tablo 3.7’de yer almaktadır.

Stoka dönem başında gelen ürünler bir yaşında kabul edilmektedir. Ürün stokta geçirdiği her bir dönem için bir yaş yaşlanmaktadır. Dolayısıyla ürününün yaşına bağlı stokta bulunma maliyeti her yaşın başında gerçekleşmektedir. Ürün bir yaşında stoka giriş yaptığından bir yaşındaki ürünün stokta bulunma maliyeti sıfırdır. Maliyet verisinde dikkat çeken bir ayrıntı da bulunmaktadır. Ürün yaşlandıkça stokta bulunma maliyeti artarken, üretimde kullanılma maliyeti ise düşmektedir. Bu durumda bir taraftan ürünün genç yaşta stoktan çıkması teşvik edilerek üretilecek yemeğin kalitesi artırılırken, diğer yandan üretimde kullanılma maliyetinin ürün yaşına paralel olarak düşmesiyle stokta malzeme bırakılmadan israfın önüne geçilmesine imkân sağlanmaktadır.

Tablo 3.7 Stok ve üretim maliyetleri

Yaş	c_j^g : Stok maliyeti, ₺/kg		θ_j^g : Üretimde Kullanılma Maliyeti, ₺/kg	
	Sebze Grubu	Et grubu	Sebze Grubu	Et grubu
Yaş 1	0	0	0,48	4,8
Yaş 2	0,08	1,60	0,40	3,2
Yaş 3	0,16	3,20	0,32	1,6
Yaş 4	0,24	4,80	0,24	M
Yaş 5	0,32	M	0,16	M
Yaş 6	0,40	M	0,08	M
Yaş 7	0,48	M	M	M

Not: M=Ürün Satın Alma Maliyeti

Temel model ve bulanık alternatif modeller maliyet sonuçları ve değişkenlerin aldığı olumlu değerler üzerinden karşılaştırılmaktadır. Alternatif modelde kullanılan üçgensel bulanık parametrelerin aldığı değerler Tablo 3.8’de sunulmaktadır. Bulanıklaştırma yönteminin farklı problemlerde kullanıldığı önceki çalışmalarda (Polat vd., 2018: 771) talep verisinin bulanık olarak ele alınabildiği görülmektedir. Çalışmanın özelinde ve karar vericilerle yapılan görüşmelerde talep verisinin yanısıra çalışan başı üretilen yemek miktarı ve satın alma maliyeti parametrelerinin de bulanık özellik taşıdığı düşünülmektedir. Talep tüm dönemler için benzer kabul edilmiş, eldeki bu mevcut veriler ışığında analizler gerçekleştirilmiştir. Temel modelin GAMS kodlama dili kullanılarak yazılmış hali Ek-1’de, bulanıklaştırılmış versiyonu ise Ek-2’de sunulmaktadır.

Tablo 3.8 Bulanık parametre değerleri

$\tilde{\delta}$: Çalışan başı üretilen yemek miktarı, kg/dk.			$\tilde{U}_t$: t. zamanda talep edilen yemek miktarı, kg			$\tilde{\Omega}_1$: Sebze ortalama satın alma maliyeti, ₺/kg			$\tilde{\Omega}_2$: Et ortalama satın alma maliyeti, ₺/kg		
δ^p	δ^m	δ^o	U_t^p	U_t^m	U_t^o	Ω_1^p	Ω_1^m	Ω_1^u	Ω_2^p	Ω_2^m	Ω_2^u
0,075	0,080	0,085	1600	1650	1700	1,30	1,57	1,80	27	32,29	37

Analizde temel modelin yanı sıra bulanık modeldeki parametrelerin farklı α değerleri karşısında gerçekleşen maliyet değişimleri karşılaştırılmaktadır. Bu şekilde alternatif senaryolar yolu ile bir yandan maliyetin azaltılması diğer yandan da mümkün olduğunca atık ve benzer değişkenler için en uygun değerlerin yakalanması amaçlanmaktadır. Tablo 3.9’da temel model ile bulanık parametrelili modelin farklı α değerleri karşısında ortaya çıkan amaç fonksiyonu değerleri yer almaktadır.

Tablo 3.9 Farklı senaryolar için maliyet analizi (₺)

Senaryo	TCI	TCW	TCWP	TCKS	TCP	TCS	Toplam TC
Temel	2716,00	-	4500,00	36304,68	16175,00	111000,00	170695,68
$\alpha=0$	2925,00	-	2750,00	35610,96	15979,50	110460,00	167725,46
$\alpha=0,5$	2809,00	-	3625,00	36651,54	16088,75	110460,00	169634,29
$\alpha=1$	2729,06	-	4500,00	37692,12	16161,93	110460,00	171543,12

Senaryolar incelendiğinde toplam maliyet açısından en uygun sonuç, $\alpha=0$ iken elde edilmektedir. Model bu durumdayken stok maliyetinin dışındaki tüm maliyet kalemlerinde en düşük değerler elde edilmektedir. Bulanık parametrelili modelin temel modelden daha iyi

sonuç elde ettiği görülmektedir. Tablo 3.10'da farklı α değerleri üzerinden toplam maliyet değerleri görülmektedir.

Tablo 3.10 Toplam maliyet sonuç alternatifleri (₺)

	α Değerleri					
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
TC	167725,46	167899,11	168188,38	168477,65	169345,02	169634,29
	α Değerleri					
	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
TC	169923,56	170097,21	170502,10	171253,85	171543,12	

Tablo 3.10 incelendiğinde bulanık 0-1 değer aralığında yapılan analizde toplam maliyet açısından en uygun durumun $\alpha=0$ iken elde edildiği tespit edilmiştir. Tablo 3.10'dan α değeri arttıkça toplam maliyetin arttığı da tespit edilmiştir. Maliyet kalemleri ve toplam maliyet değerleri bu aşamaya kadar hesaplanırken talep ve çalışan başı üretilen yemek miktarı parametrelerinin her ikisinin α değerleri için ortak değer kullanılmıştır. Yine satın alma maliyeti bulanıklaştırılmış ve tüm bulanık α değerleri için eşit elde edilmiştir. Bulanık parametrelerin farklı α değerleri alması neticesinde ortaya çıkan sonuçlar Tablo 3.11' de görülmektedir.

Ayrıntılı senaryo analizinden de anlaşılacağı üzere en iyi koşullar $\alpha_{\bar{U}_t} = 0$ ve $\alpha_{\bar{\delta}} = 0$ olduğu durumda sağlanmaktadır. Bulanık parametreler doğrultusunda temel modeldekinden daha düşük toplam maliyet değeri ortaya çıkmaktadır.

Tablo 3.11 Bulanık parametrelerin farklı " α " değerleri için maliyet fonksiyonları

$\alpha_{\bar{U}_t}$	$\alpha_{\bar{\delta}}$	TCI	TCW	TCWP	TCKS	TCP	TCS	TC
0	0	2925,00	-	2750,00	35610,96	15979,50	110460,00	167725,46
0	0,5	2925,00	-	2750,00	36420,30	15979,50	110460,00	168534,80
0	1	3034,84	-	2750,00	38038,98	15869,65	110460,00	170153,48
0,5	0	2809,00	-	3625,00	35148,48	16088,75	110460,00	168131,23
0,5	0,5	2809,00	-	3625,00	36651,54	16088,75	110460,00	169634,29
0,5	1	2958,96	-	3625,00	37576,50	15938,79	110460,00	170559,25
1	0	2725,20	-	4500,00	35264,10	16165,80	110460,00	169115,10
1	0,5	2716,00	-	4500,00	36304,68	16175,00	110460,00	170155,68
1	1	2729,06	-	4500,00	37692,12	16161,93	110460,00	171543,12

Sonraki aşamada bulanık parametrelerin toplam maliyet fonksiyonu üzerinde anlamlı bir farklılık meydana getirip getirmediği belirlenmek istenmiştir. Bu amaçla, Tablo 3.12’de ifade edilen deneysel veri seti oluşturulmuştur. Mevcut set aracılığıyla α katsayısının aldığı 11 farklı değer ($\alpha=0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1$) sonucunda ortaya çıkan maliyet fonksiyonu değeri aracılığıyla bulanık parametre gruplarının maliyet üzerinde bir farklılık yaratıp yaratmadığı görülmek istenmiştir. Bulanık satın alma maliyeti α değişim katsayısından bağımsızdır. Fakat bulanık dönüşüm neticesinde temel modeldekinden daha iyi satın alma maliyeti ortaya çıkmıştır. Diğer bulanık parametreler doğrultusunda 11^2 adet iterasyon gerçekleştirilmiş ve grup farkları ANOVA aracılığıyla test edilmiştir. Tablo 3.12’de deneysel veri seti yer almaktadır.

Tablo 3.12 Deneysel veri seti

İterasyon	$\alpha_{\bar{u}_t}$	$\alpha_{\bar{\delta}}$	TC	İterasyon	$\alpha_{\bar{u}_t}$	$\alpha_{\bar{\delta}}$	TC
1	0	0	167725,46	:	:	:	:
2	0,1	0	167783,49	113	0,2	1	169922,68
3	0,2	0	168072,76	114	0,3	1	170096,33
4	0,3	0	168246,41	115	0,4	1	170385,60
5	0,4	0	168420,06	116	0,5	1	170559,25
6	0,5	0	168131,23	117	0,6	1	170732,90
7	0,6	0	168304,88	118	0,7	1	171022,17
8	0,7	0	168478,53	119	0,8	1	171195,82
9	0,8	0	168767,80	120	0,9	1	171485,09
10	0,9	0	168941,45	121	1	1	171543,12

Mevcut deneysel veri seti ışığında gerçekleştirilen tek yönlü ANOVA analizinde elde edilen sonuçlar Tablo 3.13’te yer almaktadır.

Tablo 3.13 Bulanık parametreler doğrultusunda ANOVA testi

Kaynak		KT	SD	KO	F	p
$\alpha_{\bar{u}_t}$	Gruplar arası	$3.55 \cdot 10^7$	10	$3.55 \cdot 10^6$	5.975	0.000
	Grup içi	$6.54 \cdot 10^7$	110	$5.95 \cdot 10^5$		
	Toplam	$1.01 \cdot 10^8$	120			
$\alpha_{\bar{\delta}}$	Gruplar arası	$6.21 \cdot 10^7$	10	$6.21 \cdot 10^6$	17.576	0.000
	Grup içi	$3.88 \cdot 10^7$	110	$3.53 \cdot 10^5$		
	Toplam	$1.01 \cdot 10^8$	120			

KT: kareler toplamı, SD: serbestlik derecesi, KO: kareler ortalaması, F: F değeri, p: anlamlılık

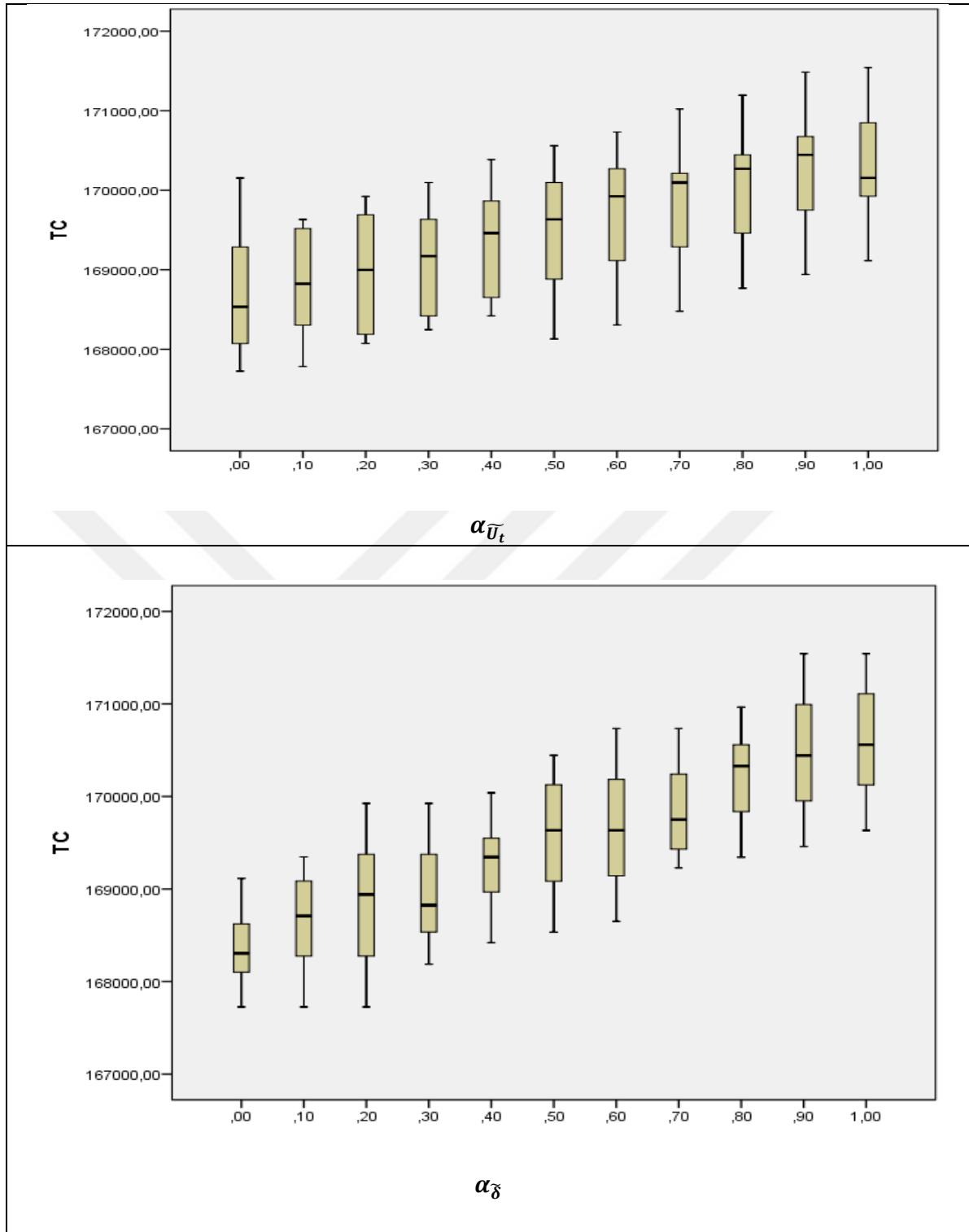
Tablo 3.13'e bakıldığında her iki p değeri anlamlılık seviyesi olan 0,05'ten küçük bulunduğundan her iki bulanık parametre gruplarının da toplam maliyet fonksiyonu üzerinde anlamlı bir farklılık meydana getirdiği söylenebilir. Hangi parametre gruplarının bu farklılığı ortaya çıkardığı Tablo 3.14'te sunulmuştur.

Tablo 3.14 Farklılık yaratan bulanık parametre grupları

$\alpha \bar{u}_t$			$\alpha \delta$		
Gruplar	Ortalama Fark	p	Gruplar	Ortalama Fark	p
$\alpha = 0 / \alpha = 0,9$	-1520,80	0,027*	$\alpha = 0 / \alpha = 0,5$	-1229,77	0,015*
$\alpha = 0 / \alpha = 1$	-1683,94	0,007**	$\alpha = 0 / \alpha = 0,6$	-1303,35	0,006**
$\alpha = 0,1 / \alpha = 1$	-1541,82	0,023*	$\alpha = 0 / \alpha = 0,7$	-1503,06	0,000**
			$\alpha = 0 / \alpha = 0,8$	-1870,94	0,000**
			$\alpha = 0 / \alpha = 0,9$	-2102,18	0,000**
			$\alpha = 0 / \alpha = 1$	-2249,33	0,000**
			$\alpha = 0,1 / \alpha = 0,7$	-1219,26	0,017*
			$\alpha = 0,1 / \alpha = 0,8$	-1587,14	0,000**
			$\alpha = 0,1 / \alpha = 0,9$	-1818,38	0,000**
			$\alpha = 0,1 / \alpha = 1$	-1965,54	0,000**
			$\alpha = 0,2 / \alpha = 0,8$	-1376,92	0,003**
			$\alpha = 0,2 / \alpha = 0,9$	-1608,16	0,000**
			$\alpha = 0,2 / \alpha = 1$	-1755,32	0,000**
			$\alpha = 0,3 / \alpha = 0,8$	-1261,30	0,010*
			$\alpha = 0,3 / \alpha = 0,9$	-1492,54	0,001**
			$\alpha = 0,3 / \alpha = 1$	-1639,70	0,000**
			$\alpha = 0,4 / \alpha = 0,9$	-1208,75	0,019*
			$\alpha = 0,4 / \alpha = 1$	-1355,90	0,003**

* $p < 0,05$ ve ** $p < 0,01$

Tablo 3.14'te görüldüğü üzere bulanık talep parametresi α grupları arasında $\alpha = 0$ grubu $\alpha = 0,9$ ve $\alpha = 1$ grubuna göre; $\alpha = 0,1$ grubu ise $\alpha = 1$ grubuna göre farklılaşmaktadır. $\alpha = 0,9$ grubunu içeren çözümde $\alpha = 0$ grubunu içeren çözüme göre 1520,80₺ maliyet artışı yaşanmıştır. Benzer olarak, $\alpha = 1$ grubunu içeren çözüm ve $\alpha = 0,1$ grubunu içeren çözüm arasında 1683,94₺'lik maliyet farkı ortaya çıkmaktadır. Bulanık çalışan başına üretim miktarı parametresinde ise çok sayıda grup anlamlı farklılaşmaktadır. Son olarak veri setinden hareketle Şekil 3.2'de oluşturulan kutu grafikleri ile bulanık parametrelerin amaç fonksiyonu ilişkisi görsel olarak sunulmuştur.



Şekil 3.2 Bulanık parametreler ve amaç fonksiyonu ilişkisi

Bulanık talep parametresi ile bulanık çalışan başı üretilen yemek miktarı parametrelerinin α katsayılarında gözlenen değişimlerin toplam maliyet fonksiyonu ilişkisi sunulan şekillerde görülmektedir.

SONUÇ

Gıda imalat işletmeleri üretim ve dağıtım şartlarının gelişmesi ile geçmişe göre çok daha hızlı ve büyük ölçekli üretim gerçekleştirebilmektedir. Gıda üretim ve saklama koşullarının gelişmesi ve paydaşlar arasında iletişim ve entegrasyonun iyileşmesi geçmişe nazaran gıda üretiminin, stok yönetiminin ve dağıtım operasyonlarının çok daha verimli hale gelmesine olanak sağlamaktadır. Gıda kavramı, işletmeler ve bireyler açısından ekonomik, çevresel ve toplumsal olmak üzere üç önemli boyut altında değerlendirilmektedir. Bu çalışmanın temel odak noktası da söz konusu bu üç temel boyut üzerinde yoğunlaşmaktadır. Ekonomik açıdan bakıldığında gıda, işletmeler için üretimi yapılan bir gelir unsurudur. Fakat gıda üretiminin doğası gereği hızlı, tüketime uygun ve müşteri tatminini sağlayacak çeşitli kalite ve hijyen şartlarını taşıması gerekmektedir. Gıdanın düşük kalite standartları, tüketicinin gıdaya önyargı ile bakmasına, satın alma davranışını gerçekleştirmemesine ya da satın aldıysa bile tüketmeden atık olarak israf etmesine sebebiyet vermektedir. Gıda imalatına hizmet edecek üretim modellerinde bu üç temel boyutun göz ardı edilmeden bir arada ele alınması özellikle sürdürülebilirlik bakımından çalışmaların kalitesine katkı sunmaktadır.

Bu tez kapsamında günlük yemek üretimi yapan bir catering firmasının ürün depolama ve üretim faaliyetleri incelenmiştir. Catering firmasının ihtiyaç duyduğu malzemeler belirli günlerde tedarikçilerden sağlanmakta ve depoda bekletilmektedir. Bekleme zaman zarfı içerisinde raf ömrünü tamamlayan malzemeler atığa dönüşerek işletme için fazladan atık maliyeti yaratmaktadır. Üretim sırasında ise malzemelerin yemeğe dönüşümü sürecinde ortaya çıkan üretim maliyetleri ve işçilik maliyetleri de problem kapsamında incelenmiştir.

Problem nezdinde müşteriler için sadece tek bir menü çeşidinin üretiminin yapıldığı varsayılmıştır. Menüde farklı “çorba”, “ana yemek”, “pilav” ve “salata” grubu yemekleri bulunmaktadır. Yemekler için ihtiyaç duyulan malzemeler “et grubu” ve “sebze grubu” olmak üzere iki sınıf altında toplanmıştır. Depoda bekleyen malzemeler bekledikleri her bir gün için bir yaş aldıkları varsayılmıştır. Yaşları raf ömrünün üzerinde olan malzemeler atığa dönüşmektedir. Bu yolla depoda atığa dönüşen malzemeler için maliyet giderleri analize dâhil edilmiştir. Yanısıra sebze ve et grubu ürünler için menülerde kullanılma oranları ve çeşitleri göz önüne alınarak ortalama satın alma maliyetleri belirlenmiştir.

Analiz için toplam maliyetin minimizasyonunu amaçlayan tek amaçlı bir model kurulmuştur. Bakıldığında, temelde tek bir amaç olmasına rağmen amaç fonksiyonu beş ayrı maliyet kaleminden oluşmaktadır. Bu maliyet kalemleri: malzemenin stokta bulunduğu zaman

diliminde ortaya çıkan stok elde bulundurma maliyeti (TCI), stoktaki malzemenin raf ömrünün sonunda atığa dönüşmesi sonucu ortaya çıkan stok atık maliyeti (TCW), fazla üretilen yemeğin bertaraf edilmesi sonucu ortaya çıkan yemek israf maliyeti ($TCWP$), üretimi gerçekleştirmek üzere ihtiyaç duyulan işgücü maliyeti ($TCKS$), yemeğin üretilmesi için gerekli olan malzemelerin üretimde işlenmesinden kaynaklı işçilik, stok maliyetleri dışındaki doğrudan veya dolaylı tüm etmenlerden kaynaklı üretim maliyeti (TCP) ve son olarak malzeme satın alma maliyeti olarak (TCS) şeklindedir.

Çözüm alternatiflerinin ayrıntılı olarak incelenebilmesi için iki aşamalı analiz gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada model parametreleri sabit ve belirli kabul edilmiş ve model bu parametreler doğrultusunda çözülmüştür. İkinci aşamada ise, “ δ (çalışan başı üretilen yemek miktarı)”, “ $\widetilde{U}_t$ (t . zamanda talep edilen yemek miktarı)” ve “ $\widetilde{\Omega}_j$: (j . ürün ortalama satın alma maliyeti)” parametreleri gerçek hayata daha yakın olması açısından bulanık olarak ele alınmıştır. Bulanık modelde bulanık parametreler vasıtasıyla farklı “ α ” derecelerinde çözüm alternatifleri incelenmiştir.

Farklı senaryolardan elde edilen değerler birbiri ile karşılaştırılarak alternatif durumlar arasında toplam maliyeti minimize eden koşullar yakalanmaya çalışılmıştır. Senaryolar içerisinde temel model ile bulanık model alternatiflerinin sonuçları incelenmiştir. Bulanık modelde $\alpha_{\widetilde{U}_t} = 0$ ve $\alpha_{\delta} = 0$ olduğu durumda temel modeldekinden daha az maliyet ortaya çıkmıştır. Temel modelde stok maliyeti 2716₺ iken, en iyi çözüme sahip bulanık modelde stok maliyeti 2925₺ seviyesine yükselmiştir. Buna karşın Tablo 3.9 ve Tablo 3.11’deki sonuçlar ışığında en iyi çözüm alternatifine sahip bulanık modelde temel modele göre israf maliyeti, işçilik maliyeti ve üretim maliyeti ve satın alma maliyetlerinde genel bir azalma görülmektedir. Temel modelde israf edilen menü 450 kg/hafta olurken en iyi bulanık model alternatifinde israf edilen menü miktarı 275 kg/hafta’ya düşmektedir. Bulgular modelin bulanıklaştırılmasının problem nezdinde daha iyi sonuçların elde edilmesine katkı sağladığını göstermektedir. Bulanıklaştırma işlemlerinin problemi gerçek hayat problemine yaklaştırması açısından da önemi bulunmaktadır.

Analizde son olarak onbir farklı “ α ” değeri üzerinden deneysel veri seti hazırlanmıştır. Veri seti bulanık parametrelerin toplam maliyet fonksiyonu üzerindeki etkisinin incelenmesinde kullanılmıştır. Yapılan ANOVA analizi sonuçlarında bulanıklaştırılmış “ α ” değer gruplarının maliyet fonksiyonu üzerinde anlamlı farklılık yarattığı görülmüştür.

Çalışmada günlük yemek üretimi yapan bir catering firmasının depolama ve üretim operasyonları sırasında ortaya çıkan atık ve faaliyetlerden kaynaklı maliyetler incelenmiştir. Literatürde benzer çalışmalar içerisinde ürün yaşını dikkate alarak doğrudan gıda atık

maliyetine odaklanan çok az çalışma bulunmaktadır. Diğer çalışmalarda genellikle sabit bir dönem sonunda eldeki malzemenin atığa dönüştüğü varsayımı yapılmaktadır. Bu çalışmada farklı olarak stoktaki ürünler için yaşam süresi dinamik olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca özellikle stok ve üretimi temel aldığından dolayı çalışma benzerlerinden ayrılmaktadır.

İki aşamalı gerçekleştirilen analizde temel model vasıtasıyla işletmenin var olan üretim ve stok süreçleri mümkün olabildiğince matematiksel olarak ifade edilmiş ve ilk aşamada belirsizliklerin minimum olduğu varsayımı yapılmıştır. İşletme önceliğini müşteri memnuniyeti sağlamak üzerine kurduğundan yok satmayı göze alarak israf maliyetine katlanmaktadır. Dolayısıyla temel modelde toplam maliyeti en aza indirecek üretim ve stok konfigürasyonunu elde etmek amaçlanmaktadır. İkinci aşamada modelde yer alan ve belirsizlik özelliği taşıyan parametrelerin bulanık olarak değerlendirilmesi belirsizlik altında en uygun stok ve üretim kararlarının alınmasına imkân sağlamaktadır. Farklı " α " değerleri altında hem toplam maliyet gözlemlenmiş hem de toplam maliyeti oluşturan alt maliyet kalemleri ayrı ayrı incelenmiştir. Bulanıklaştırma süreci çözüm uzayı içerisinde alternatif çözüm setlerinin karşılaştırılmasında faydalıdır. Modelin bulanıklaştırılması yoluyla hem daha rekabetçi hem de daha sürdürülebilir üretim ve stok konfigürasyonu elde edilmektedir.

Model ilk aşamada sabit değerler açısından en uygun sonuca ulaşmıştır. Fakat var olan üretim düzeninde bazı parametrelerde belirlenen değerlerin altında ve üstünde değişimler gözlemlenmektedir. Bu sebeple ikinci aşamada talep, satın alma maliyeti ve çalışan başına üretilen yemek miktarı parametreler için alt ve üst sınırlar dahilinde bir değer aralığı alınarak belirsizlik bertaraf edilmiş ve daha iyi sonuçlara ulaşılmıştır.

Depoda bekleyen malzemelerin yaş haddini aşarak bozulmasından kaynaklı atık miktarı hem temel modelde hem de en iyi sonucu sunan çözüm alternatifinde minimize edilerek "0" değeri elde edilmiştir. Model her iki aşamada da depodaki malzemeleri atığa dönüştürmek yerine fazla miktarda yemek üretimi gerçekleştirilmesini tercih etmiştir. Birinci aşamadaki temel modelde 450 kg, ikinci aşamada en iyi sonucu sunan çözüm alternatifinde 275 kg menü israfı oluşmuştur. Talep ilk durumda günler bazında sırasıyla 53, 46, 43, 43, 43, 43, 43 kişilik işgücü ile, ikinci durumda ise 50, 43, 43, 43, 43, 43, 43 çalışan ile karşılanmaktadır. Talep ve çalışan başına üretilen yemek miktarı parametrelerinin bulanık olarak ele alınması sayesinde ikinci aşamada daha az işgücü ihtiyacı ortaya çıkmaktadır.

Optimum stok politikası, depoda bekleyen malzeme miktarlarının en aza indirilmesi, en az sayıda işgücü ile üretimin gerçekleştirilmesi ve talebe yetecek yeterli miktarda ürün karmasının kullanılması gibi amaçlara modelin her iki aşaması da hizmet etmektedir. Nitekim Ek-3'te modelin çalıştırılması sonucunda elde edilen iki aşamalı stok ve üretim kararları yer

almaktadır. Alınan kararlarda yaş değişkeninin hesaba katıldığı ve farklılık oluşturduğu görülmektedir. Her iki model de maliyeti en aza indirmek için bazen malzemeyi stokta bekletebilmekte, bazen de doğrudan stoka gelen ürünü kullanabilmektedir. Maliyeti ve israfı en aza indirmek için malzemelerin atığa dönüşmeden kullanılması sağlanmıştır.

Modelin her iki aşaması da israfa meyil vermeden en az maliyetli stok ve üretim kararlarını almak amacı üzerine kuruludur. İkinci aşamada bulanık parametreler yoluyla modelin çözüm aralığının genişletilmesine fayda sağlanırken çözüm alternatifleri içerisinde karşılaştırma yapılması mümkün hale gelmiştir. Model, ürün yaşının hesaba alındığı özellikle bozulabilir ürünlerin üretimde kullanıldığı tüm sektörlerde üretim, stok ve satın alma kararlarının alınmasında yardımcı karar destek sistemi özelliği taşımaktadır. Talep, çalışan performansı ve ürün fiyatı gibi belirsizlik özelliği taşıyan parametrelerin bulanık ele alınması kararların daha geniş perspektifte değerlendirilmesini kolaylaştırmaktadır.

Çalışma vakaya konu işletmenin üretim ve stok politikaları neticesinde kurgulanmıştır. Temel model işletme karar vericilerinin girdiler için belirledikleri belirli değerler üzerinden çalıştırılmıştır. Fakat bulanık parametre entegrasyonu ile modelin daha geniş çözüm perspektifi sunması sağlanmıştır. Bu açıdan bakıldığında işletmenin belirli tolerans düzeylerini hesaba katarak ikinci modelde ulaşılan üretim, stok ve çalışan konfigürasyonları doğrultusunda faaliyetlerini devam ettirmeleri, maliyetleri düşürecek aynı zamanda gıda atık ve israfının azaltılmasına destek sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Ahumada, O. ve Villalobos, J. R. (2011). "A tactical model for planning the production and distribution of fresh produce". *Annals of Operations Research*, 190(1): 339-358.
- Akçay, Y., Natarajan, H. P. ve Xu, S. H. (2010). "Joint dynamic pricing of multiple perishable products under consumer choice". *Management Science*, 56(8): 1345-1361.
- Allinson, J. (2004). "Procurement in the Food and Drink Industry in the early 21st Century". M. A. Bourlakis ve P. W. H. Weightman (Ed.), *Food Supply Chain Management*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 48-31.
- Amorim, P., Günther, H. O. ve Almada-Lobo, B. (2012). "Multi-objective integrated production and distribution planning of perishable products". *International Journal of Production Economics*, 138(1): 89-101.
- Aschemann-Witzel, J., De Hooge, I., Amani, P., Bech-Larsen, T. ve Oostindjer, M. (2015). "Consumer-related food waste: Causes and potential for action". *Sustainability*, 7(6): 6457-6477.
- Aslangiray A. (2011). *İstatistiksel süreç kontrolünde bulanık mantık yaklaşımı ve bir uygulama*. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.
- Aytaç, E., Işık, A. T. ve Kundakci, N. (2011). "Fuzzy ELECTRE I method for evaluating catering firm alternatives". *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 11(5): 125-134.
- Bai, Q., Xu, X., Xu, J., ve Wang, D. (2016). "Coordinating a supply chain for deteriorating items with multi-factor-dependent demand over a finite planning horizon". *Applied Mathematical Modelling*, 40(21-22): 9342-9361.
- Balaji, M. ve Arshinder, K. (2016). "Modeling the causes of food wastage in Indian perishable food supply chain. Resources". *Conservation and Recycling*, 114: 153-167.
- Bamford, C. (2001). "Current practice: inter-firm relationships in the food and drinks supply chain". J. F. Eastham, L. Sharples, S. D. Ball (Ed.), *Food Supply Chain Management: Issues for the Hospitality and Retail Sectors*. Reed Educational and Professional Publishing Ltd, Oxford, 90-110.
- Bardhan, S., Pal, H. ve Giri, B. C. (2017). "Optimal replenishment policy and preservation technology investment for a non-instantaneous deteriorating item with stock-dependent demand". *Operational Research*, 1-22.
- Blevins, P. W. (2013). *Food Safety Regulatory Compliance: Catalyst for a Lean and Sustainable Food Supply Chain*. Taylor & Francis Group, LLC, U.S.

- Bosona, T. ve Gebresenbet, G. (2013). "Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain". *Food Control*, 33(1): 32-48.
- Bourlakis, C. ve Bourlakis, M.A. (2004). "The Future of Food Supply Chain Management". M. A. Bourlakis ve P. W. H. Weightman (Ed.), *Food Supply Chain Management*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 222-230.
- Bourlakis, M.A. ve Weightman, P.W.H. (2004). "Introduction to the UK Food Supply Chain". M. A. Bourlakis ve P. W. H. Weightman (Ed.), *Food Supply Chain Management*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 1-10.
- Cai, X., Chen, J., Xiao, Y. ve Xu, X. (2010). "Optimization and coordination of fresh product supply chains with freshness-keeping effort". *Production and Operations Management*, 19(3): 261-278.
- Chaudhuri, A., Srivastava, S. K., Srivastava, R. K. ve Parveen, Z. (2016). "Risk propagation and its impact on performance in food processing supply chain: a fuzzy interpretive structural modeling based approach". *Journal of Modelling in Management*, 11(2): 660-693.
- Chen, L. M. ve Sapra, A. (2013). "Joint inventory and pricing decisions for perishable products with two-period lifetime". *Naval Research Logistics (NRL)*, 60(5): 343-366.
- Chen, Y. R. ve Dye, C. Y. (2013). "Application of particle swarm optimisation for solving deteriorating inventory model with fluctuating demand and controllable deterioration rate". *International Journal of Systems Science*, 44(6): 1026-1039.
- Coelho, L. C. ve Laporte, G. (2014). "Optimal joint replenishment, delivery and inventory management policies for perishable products". *Computers & Operations Research*, 47: 42-52.
- Dawson, J. (2004). "Food Retailing, Wholesaling and Catering". M. A. Bourlakis ve P. W. H. Weightman (Ed.), *Food supply chain management*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 116-135.
- Derigs, U., Gottlieb, J., Kalkoff, J., Piesche, M., Rothlauf, F. ve Vogel, U. (2011). "Vehicle routing with compartments: applications, modelling and heuristics". *OR Spectrum*, 33(4): 885-914.
- Drezner, Z. ve Scott, C. H. (2013). "Location of a distribution center for a perishable product". *Mathematical Methods of Operations Research*, 78(3): 301-314.
- Dulebenets, M. A., Ozguven, E. E., Moses, R. ve Ulak, M. B. (2016). "Intermodal freight network design for transport of perishable products". *Open Journal of Optimization*, 5(04): 120-139.

- Dye, C. Y. (2013). "The effect of preservation technology investment on a non-instantaneous deteriorating inventory model". *Omega*, 41(5): 872-880.
- Dye, C. Y. ve Yang, C. T. (2016). "Optimal dynamic pricing and preservation technology investment for deteriorating products with reference price effects". *Omega*, 62: 52–67
- Eastham, J. F., Sharples, L., Ball, S. D. (2001). "The catering and food retail industries: a contextual insight". J. F. Eastham, L. Sharples, S. D. Ball (Ed.), *Food Supply Chain Management: Issues for the hospitality and retail sectors*. Reed Educational and Professional Publishing Ltd, Oxford, 90-110.
- Ellis, M. J. (1994). "The methodology of shelf life determination". C. M. D. Man ve A. A. Jones, (Ed.), *Shelf Life Evaluation of Foods*, Blackie Academic & Professional, London, 27-39.
- Elmas, Ç. (2010). *Yapay Zekâ Uygulamaları*, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- FAO (2011). *Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention*. Roma.
- FAO (2015). *Save Food: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction*. Roma.
- Ferguson, M. E. ve Koenigsberg, O. (2007). "How should a firm manage deteriorating inventory?". *Production and Operations Management*, 16(3): 306-321.
- Gallego, G. ve Hu, M. (2014). "Dynamic pricing of perishable assets under competition". *Management Science*, 60(5): 1241-1259.
- Garnett, T. (2011). "Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)". *Food Policy*, 36(1): 23-32.
- Gou, J., Shen, G. ve Chai, R. (2013). "Model of service-oriented catering supply chain performance evaluation". *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 6(1): 215-226.
- Govindan, K. (2018). "Sustainable consumption and production in the food supply chain: A conceptual framework". *International Journal of Production Economics*, 195(1): 419-431.
- Goyal, S. K. ve Giri, B. C. (2001). "Recent trends in modeling of deteriorating inventory". *European Journal of Operational Research*, 134(1): 1-16.
- Grillo, H., Alemany, M. M. E., Ortiz, A. ve Fuertes-Miquel, V. S. (2017). "Mathematical modelling of the order-promising process for fruit supply chains considering the perishability and subtypes of products". *Applied Mathematical Modelling*, 49: 255-278.
- He, Y. ve Huang, H. (2013). "Optimizing inventory and pricing policy for seasonal deteriorating products with preservation technology investment". *Journal of Industrial engineering*.
- He, Y., Huang, H., Li, D., Shi, C. ve Wu, S. J. (2018). "Quality and Operations Management in Food Supply Chains: A Literature Review". *Journal of Food Quality*.

- Herbon, A. (2014). "Dynamic pricing vs. acquiring information on consumers' heterogeneous sensitivity to product freshness". *International Journal of Production Research*, 52(3): 918-933.
- Herbon, A. (2017). "Should retailers hold a perishable product having different ages? The case of a homogeneous market and multiplicative demand model". *International Journal of Production Economics*, 193: 479-490.
- Herbon, A. (2018). "Optimal two-level piecewise-constant price discrimination for a storable perishable product". *International Journal of Production Research*, 56(5): 1738-1756.
- Hong, I. H., Dang, J. F., Tsai, Y. H., Liu, C. S., Lee, W. T., Wang, M. L. ve Chen, P. C. (2011). "An RFID application in the food supply chain: A case study of convenience stores in Taiwan". *Journal of Food Engineering*, 106(2): 119-126.
- Hsu, P. H., Wee, H. M. ve Teng, H. M. (2010). "Preservation technology investment for deteriorating inventory". *International Journal of Production Economics*, 124(2): 388-394.
- Hu, P., Shum, S. ve Yu, M. (2015). "Joint inventory and markdown management for perishable goods with strategic consumer behavior". *Operations Research*, 64(1): 118-134.
- Huang, C. W., Ho, F. N. ve Chiu, Y. H. (2014). "Measurement of tourist hotels' productive efficiency, occupancy, and catering service effectiveness using a modified two-stage DEA model in Taiwan". *Omega*, 48: 49-59.
- Hughes, D. (2004). "Food Manufacturing". M. A. Bourlakis ve P. W. H. Weightman (Ed.), *Food Supply Chain Management*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 99-115.
- Iakovou, E., Bochtis, D., Vlachos, D. ve Aidonis, D. (2016). *Supply chain management for sustainable food networks*. John Wiley & Sons, West Sussex.
- Jansen, D. R., Van Weert, A., Beulens, A. J. ve Huirne, R. B. (2001). "Simulation model of multi-compartment distribution in the catering supply chain". *European Journal of Operational Research*, 133(1): 210-224.
- Jiménez, M. (1996). "Ranking fuzzy numbers through the comparison of its expected intervals. International Journal of Uncertainty". *Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 4(04): 379-388.
- Jiménez, M., Arenas, M., Bilbao, A. ve Rodri, M. V. (2007). "Linear programming with fuzzy parameters: an interactive method resolution". *European Journal of Operational Research*, 177(3): 1599-1609.
- Joshi, A. A. (2015). "A Review on Seven S (7S) as a tool of Workplace Organization". *International Journal of Innovations in Engineering and Technology*, 6(2): 19-26.

- Kahraman, C., Cebeci, U. ve Ruan, D. (2004). "Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP: The case of Turkey". *International Journal of Production Economics*, 87(2): 171-184.
- Karlsen, K. M., Dreyer, B., Olsen, P. ve Elvevoll, E. O. (2013). "Literature review: Does a common theoretical framework to implement food traceability exist?". *Food Control*, 32(2): 409-417.
- Kher, S. V., Frewer, L. J., De Jonge, J., Wentholt, M., Howell Davies, O., Lucas Luijckx, N. B. ve Cnossen, H. J. (2010). "Experts' perspectives on the implementation of traceability in Europe". *British Food Journal*, 112(3): 261-274.
- Kosseva, M. R. (2013). "Introduction: causes and challenges of food wastage". M. R. Kosseva ve C. Webb (Ed.), *Food industry wastes assessment and recuperation of commodities*. Elsevier Inc., Oxford, xv-xxiv.
- Kouki, C., Sahin, E., Jemaï, Z. ve Dallery, Y. (2013). "Assessing the impact of perishability and the use of time temperature technologies on inventory management". *International Journal of Production Economics*, 143(1): 72-85.
- Laufenberg, G., Kunz, B. ve Nystroem, M. (2003). "Transformation of vegetable waste into value added products:(A) the upgrading concept;(B) practical implementations". *Bioresource Technology*, 87(2): 167-198.
- Lee, Y. P. ve Dye, C. Y. (2012). "An inventory model for deteriorating items under stock-dependent demand and controllable deterioration rate". *Computers & Industrial Engineering*, 63(2): 474-482.
- Li, Y., Cheang, B. ve Lim, A. (2012). "Grocery perishables management". *Production and Operations Management*, 21(3): 504-517.
- Li, D., Wang, X., Chan, H. K., ve Manzini, R. (2014). "Sustainable food supply chain management". *International Journal of Production Economics*, 152(0): 1-8.
- Li, Q., Yu, P. ve Wu, X. (2016). "Managing perishable inventories in retailing: Replenishment, clearance sales, and segregation". *Operations Research*, 64(6): 1270-1284.
- Li, Q., Yu, P. ve Wu, X. (2017). "Shelf life extending packaging, inventory control and grocery retailing". *Production and Operations Management*, 26(7): 1369-1382.
- Mao, Y. ve Shieh, C. J. (2011). "A Study on service quality performance in catering industry-The application of DEA". *Pakistan Journal of Statistics*, 27(5).
- McKinnon, A. C. (2004). "Third Party Logistics in the Food Supply Chain". M. A.Bourlakis ve P. W. H. Weightman (Ed.), *Food Supply Chain Management*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 166-178.

- Memon, M. S., Lee, Y. H. ve Mari, S. I. (2015). "Analysis of traceability optimization and shareholder's profit for efficient supply chain operation under product recall crisis". *Mathematical Problems in Engineering*.
- Mirzaei, S. ve Seifi, A. (2015). "Considering lost sale in inventory routing problems for perishable goods". *Computers & Industrial Engineering*, 87: 213-227.
- Mishra, U. (2016). "An inventory model for controllable probabilistic deterioration rate under shortages". *Evolving Systems*, 7(4): 287-307.
- Mohammed, A. ve Wang, Q. (2017). "The fuzzy multi-objective distribution planner for a green meat supply chain". *International Journal of Production Economics*, 184: 47-58.
- Nieh, F. P. ve Pong, C. Y. (2012). "Key success factors in catering industry management". *Actual Problems of Economics*, 4: 423-430.
- Özkan M. M. (2003). *Bulanık Hedef Programlama*. Ekin Kitabevi, Bursa.
- Paksoy, T., Pehlivan, N. Y. ve Özceylan, E. (2012). "Application of fuzzy optimization to a supply chain network design: a case study of an edible vegetable oils manufacturer". *Applied Mathematical Modelling*, 36(6): 2762-2776.
- Paksoy T., Pehlivan N. Y., Özceylan E. (2013). *Bulanık Küme Teorisi / Bulanık Matematiksel Programlamaya Giriş*. Nobel Yayınları, Ankara.
- Pala, M. ve Saygı, Y. B. (1987). "Catering uygulamaları; kalite, risk ve gelecek perspektifi". *Gıda*, 12(1): 3-11.
- Parra, M. A., Terol, A. B., Gladish, B. P. ve Uria, M. R. (2005). "Solving a multiobjective possibilistic problem through compromise programming". *European Journal of Operational Research*, 164(3): 748-759.
- Pasternack, B. A. (2008). "Optimal pricing and return policies for perishable commodities". *Marketing Science*, 27(1): 133-140.
- Piramuthu, S., Farahani, P. ve Grunow, M. (2013). "RFID-generated traceability for contaminated product recall in perishable food supply networks". *European Journal of Operational Research*, 225(2): 253-262.
- Pishvae, M. S. ve Torabi, S. A. (2010). "A possibilistic programming approach for closed-loop supply chain network design under uncertainty". *Fuzzy Sets and Systems*, 161(20): 2668-2683.
- Polat, O., Capraz, O. ve Gungor, A. (2018). "Modelling of WEEE recycling operation planning under uncertainty". *Journal of Cleaner Production*, 180: 769-779.

- Pramatari, K. (2016). "Information Technology for Food Supply Chains". E. Iakovou, D. Bochtis, D. Vlachos ve D. Aidonis (Ed.), *Supply Chain Management for Sustainable Food Networks*. John Wiley & Sons, Ltd, West Sussex, United Kingdom, 183-203.
- Rahdar, M. ve Nookabadi, A. S. (2014). "Coordination mechanism for a deteriorating item in a two-level supply chain system". *Applied Mathematical Modelling*, 38(11-12): 2884-2900.
- Rashidi, S., Saghaei, A., Sadjadi, S. J. ve Sadi-Nezhad, S. (2016). "Optimizing supply chain network design with location-inventory decisions for perishable items: A Pareto-based MOEA approach". *Scientia Iranica E*, 23(6): 3035-3045.
- Rayner, G., Barling, D. ve Lang, T. (2008). "Sustainable food systems in Europe: policies, realities and futures". *Journal of Hunger & Environmental Nutrition*, 3(2-3): 145-168.
- Resende-Filho, M. A. ve Hurley, T. M. (2012). "Information asymmetry and traceability incentives for food safety". *International Journal of Production Economics*, 139(2): 596-603.
- Rong, A., Akkerman, R. ve Grunow, M. (2011). "An optimization approach for managing fresh food quality throughout the supply chain". *International Journal of Production Economics*, 131(1): 421-429.
- Ross, T. J. (2004). *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. John Wiley & Sons Inc., England.
- Sel, Ç., Pınarbaşı, M., Soysal, M. ve Çimen, M. (2017). "A green model for the catering industry under demand uncertainty". *Journal of Cleaner Production*, 167: 459-472.
- Shah, N. H., Chaudhari, U. ve Jani, M. Y. (2017). "Optimal policies for time-varying deteriorating item with preservation technology under selling price and trade credit dependent quadratic demand in a supply chain". *International Journal of Applied and Computational Mathematics*, 3(2): 363-379.
- Soysal, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Haijema, R. ve van der Vorst, J. G. (2018). "Modeling a green inventory routing problem for perishable products with horizontal collaboration". *Computers & Operations Research*, 89: 168-182.
- Stancu, V., Haugaard, P. ve Lähteenmäki, L. (2016). "Determinants of consumer food waste behaviour: Two routes to food waste". *Appetite*, 96: 7-17.
- Tayal, S., Singh, S. R., Sharma, R. ve Chauhan, A. (2014). "Two echelon supply chain model for deteriorating items with effective investment in preservation technology". *International Journal of Mathematics in Operational Research*, 6(1): 84-105.
- Tsao, Y. C. (2016). "Joint location, inventory, and preservation decisions for non-instantaneous deterioration items under delay in payments". *International Journal of Systems Science*, 47(3): 572-585.

- Wang, X., Li, D., O'brien, C. ve Li, Y. (2010). "A production planning model to reduce risk and improve operations management". *International Journal of Production Economics*, 124(2): 463-474.
- Wang, X., Li, D. ve Shi, X. (2012). "A fuzzy model for aggregative food safety risk assessment in food supply chains". *Production Planning & Control*, 23(5): 377-395.
- Wang, J. H. (2013). "Performance Evaluation of Food Traceability System in Catering Industry". *Pakistan Journal of Statistics*, 29(5): 673-680.
- Wu, X., Nie, L. ve Xu, M. (2015). "Service station evaluation problem in catering service of high-speed railway: a fuzzy QFD approach based on evidence theory". *Mathematical Problems in Engineering*, 1-25.
- Wu, X., Nie, L. ve Xu, M. (2017). "Robust fuzzy quality function deployment based on the mean-end-chain concept: Service station evaluation problem for rail catering services". *European Journal of Operational Research*, 263(3): 974-995.
- Yang, C. T., Dye, C. Y. ve Ding, J. F. (2015). "Optimal dynamic trade credit and preservation technology allocation for a deteriorating inventory model". *Computers & Industrial Engineering*, 87: 356-369.
- Zadeh, L. A. (1965). "Fuzzy sets". *Information and control*, 8(3): 338-353.
- Zhang R., Phillis Y. A. ve Kouikoglou V. S. (2005). *Fuzzy Control of Queuing Systems*. Springer-Verlag London, USA.
- Zhang, J., Liu, G., Zhang, Q. ve Bai, Z. (2015). "Coordinating a supply chain for deteriorating items with a revenue sharing and cooperative investment contract". *Omega*, 56: 37-49.
- Zhang, J., Wei, Q., Zhang, Q. ve Tang, W. (2016). "Pricing, service and preservation technology investments policy for deteriorating items under common resource constraints". *Computers & Industrial Engineering*, 95: 1-9.

İnternet Kaynakları

- İşbank (2018). *Büyükbaş hayvancılık sektörü raporu*.
https://ekonomi.isbank.com.tr/contentmanagement/Documents/tr11_sektor_rap/sr201804_buyukbashayvanciligi.pdf. (erişim tarihi: 22.04.2019).
- T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2013). *Gıda ve İçecek Sektörü Raporu, 2013/1, Sanayi Genel Müdürlüğü Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi*. <http://www.iso.org.tr/file/gida-ve-icecek-sektor-raporu-83.pdf>. (erişim tarihi: 24.04.2019).

TC. Başbakanlık Yatırım Destek ve Tanıtım Ajansı (2010). *TC. Başbakanlık Yatırım Destek ve Tanıtım Ajansı Türkiye Gıda Sektörü Raporu*.

<http://www.investingaziantep.gov.tr/upload/yazilar/Turkiye-Gida-Sektoru-Raporu-379778.pdf>. (erişim tarihi: 24.04.2019).

TC. Merkez Bankası İmalat Sanayi Kapasite Kullanım Oranları.

<https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Istatistikler/Reel+Sektor+Istatistikleri/Imalat+Sanayi+Kapasite+Kullanim+Orani/> (erişim tarihi: 24.04.2019).

www.aybu.edu.tr, erişim tarihi: 15.01.2019

food.unl.edu, erişim tarihi: 17.01.2019

<https://www.mersin.bel.tr/hal?Gun=22&Ay=10&Yil=2019>, erişim tarihi: 22.10.2019)

<https://www.esk.gov.tr/tr/12197/Satis-Fiyatlari>, erişim tarihi: 22.10.2019)

<https://ailevecalisma.gov.tr/istatistikler/calisma-hayati-istatistikleri/asgari-ucet/asgari-ucet-2019/>, erişim tarihi: 22.10.2019)

EKLER

EK 1- Temel model GAMS kodları

Sets

j /1,2/

t /1,2,3,4,5,6,7/;

Alias(t,g);

Parameters

a(j) satın alma maliyeti

/ 1 1.57

2 32.29 /

r(j) raf omru

/ 1 5

2 2 /

b(j) bozulma maliyeti

/ 1 1.57

2 32.29 /

u(t) t zamandaki talep

/1 1650

2 1650

3 1650

4 1650

5 1650

6 1650

7 1650 /;

Table q(j,t) malzeme gelis miktari

1 2 3 4 5 6 7

1 3000 0 3000 0 3000 0 0

2 500 500 500 500 500 500 0 ;

Table c(j,g) stokta tutma maliyeti

1 2 3 4 5 6 7

1 0 0.08 0.16 0.24 0.32 0.40 0.48

2 0 1.6 3.2 4.8 32.29 32.29 32.29 ;

Table f(j,g) g yasinda i malzeme uretimde kullanilma maliyeti

1	2	3	4	5	6	7	
1	0.48	0.4	0.32	0.24	0.16	0.08	1.57
2	4.8	3.2	1.6	32.29	32.29	32.29	32.29 ;

Scalar s çalisan basi uretilen yemek /0.080/;

Scalar DT toplam çalışma suresi /480/;

Scalar e calisan basi maliyet /115.62/;

Scalar l dokulen yemek maliyeti /10/;

Variables Z;

Positive Variables

I(j,t,g) P(j,t,g) W(j,t) WP(t) TCI TCW TCWP TCKS TCPTCS;

Integer Variables KS(t);

Equations

amac amac1 amac2 amac3 amac4 amac5 amac6 kisit1 kisit2 kisit3 kisit4 kisit5 kisit6 kisit7 kisit8;

amac.. Z=e= TCI + TCW + TCWP + TCKS + TCP + TCS ;

amac1.. sum((j,t,g), c(j,g)*I(j,t,g))=e= TCI;

amac2.. sum((j,t), b(j)*W(j,t))=e= TCW;

amac3.. sum(t, l*WP(t))=e= TCWP;

amac4.. sum(t, e* KS(t))=e= TCKS;

amac5.. sum((j,t,g), f(j,g)*P(j,t,g))=e= TCP;

amac6.. sum((j,t), a(j)*q(j,t))=e= TCS;

kisit1(j,t,g)\$ (ord(g) le ord(t)).. I(j,t,g)-P(j,t,g)=e= I(j,t+1,g+1);

kisit2(j,t).. I(j,t,"1")=e= q(j,t);

kisit3(j,t).. W(j,t)\$ (ord(t) le r(j)+1)=e= 0 ;

kisit4(j,t,g)\$ (ord(g) eq r(j)+2).. W(j,t)\$ (ord(t) gt r(j)+1)=e= I(j,t,g);

kisit5(j,t,g)\$ (ord(g) ge r(j)+3).. I(j,t,g)=e=0;

kisit6(t).. sum((j,g)\$ (ord(g) lt r(j)+2), P(j,t,g)) =e= u(t) + WP(t);

kisit7(t).. sum((j,g),P(j,t,g))=l= s*DT*KS(t);

kisit8(t).. sum(g,P("1",t,g))=e=0.75*sum((j,g)\$ (ord(g) lt r(j)+2),P(j,t,g));

Model tez /all/;

Solve tez using mip minimizing Z;

EK 2- Bulanıklaştırılmış parametrelili model GAMS kodları

Sets

j /1,2/

t /1,2,3,4,5,6,7/

n/1,2,3/;

Alias(t,g);

Parameters

a(j) satın alma maliyeti

/ 1 1.56

2 32.14 /

s(n) çalışan basi uretilen yemek

/1 0.075

2 0.080

3 0.085 /

r(j) raf omru

/ 1 5

2 2 /

b(j) bozulma maliyeti

/ 1 1.56

2 32.14 / ;

Table u(t,n) t zamandaki talep

1 2 3

1 1600 1650 1700

2 1600 1650 1700

3 1600 1650 1700

4 1600 1650 1700

5 1600 1650 1700

6 1600 1650 1700

7 1600 1650 1700 ;

Table q(j,t) malzeme gelis miktari

1 2 3 4 5 6 7

1 3000 0 3000 0 3000 0 0

2 500 500 500 500 500 500 0 ;

Table c(j,g) stokta tutma maliyeti

1 2 3 4 5 6 7

```

1  0  0.08 0.16 0.24 0.32  0.40  0.48
2  0  1.6  3.2  4.8  32.14 32.14 32.14          ;
Table f(j,g) g yasinda i malzeme uretimde kullanilma maliyeti
      1    2    3    4    5    6    7
1  0.48 0.4   0.32  0.24  0.16  0.08  1.56
2  4.8  3.2   1.6   32.14 32.14 32.14 32.14      ;
Scalar DT toplam çaliřma suresi /480/; Scalar e calisan basi maliyet /115.62/; Scalar l dokulen yemek
maliyeti /10/; Scalar ar talep alfa katsayısı /0/; Scalar av calisan alfa katsayısı /0/;
Variables Z;
Positive Variables
I(j,t,g) P(j,t,g) W(j,t) WP(t) TCI TCW TCWP TCKS TCP TCS;
Integer Variables
KS(t);
Equations
amac
amac1 amac2 amac3 amac4 amac5 amac6 kisit2 kisit3 kisit4 kisit5 kisit6 kisit25 kisit26 kisit27
kisit8;
amac.. Z=e= TCI + TCW + TCWP + TCKS + TCP +TCS ;
amac1.. sum((j,t,g), c(j,g)*I(j,t,g))=e= TCI;
amac2.. sum((j,t), b(j)*W(j,t))=e= TCW;
amac3.. sum(t, l*WP(t))=e= TCWP;
amac4.. sum(t, e* KS(t))=e= TCKS;
amac5.. sum((j,t,g), f(j,g)*P(j,t,g))=e= TCP;
amac6.. sum((j,t), a(j)*q(j,t))=e= TCS;
kisit2(j,t,g)$ (ord(g) le ord(t)).. I(j,t,g)-P(j,t,g)=e= I(j,t+1,g+1);
kisit3(j,t).. I(j,t,"1")=e= q(j,t);
kisit4(j,t).. W(j,t)$ (ord(t) le r(j)+1)=e= 0 ;
kisit5(j,t,g)$ (ord(g)eq r(j)+2).. W(j,t)$ (ord(t) gt r(j)+1)=e= I(j,t,g);
kisit6(j,t,g)$ (ord(g) ge r(j)+3).. I(j,t,g)=e=0;
kisit25(t).. sum((j,g)$ (ord(g) lt r(j)+2), P(j,t,g)) =l= ((1-(ar/2))*(u(t,"3")+ u(t,"2"))/2)+(ar/2*(u(t,"1")+
u(t,"2"))/2)+ WP(t);
kisit26(t).. sum((j,g)$ (ord(g) lt r(j)+2), P(j,t,g)) =g= (ar/2*(u(t,"3")+ u(t,"2"))/2)+((1-
(ar/2))*(u(t,"1")+ u(t,"2"))/2)+ WP(t);
kisit8(t).. sum(g,P("1",t,g))=e=0.75*sum((j,g)$ (ord(g) lt r(j)+2),P(j,t,g));
kisit27(t).. sum((j,g),P(j,t,g))=l=(((1-av)*(s("3")+s("2"))/2)+(av*(s("1")+s("2"))/2))*DT*KS(t);
Model tez /all/; Solve tez using mip minimizing Z;

```

EK 3- Temel model (Aşama 1) ve en iyi çözümü sunan model (Aşama 2) sonucunda elde edilen karar değişkenleri sonuçları

Stok Kararları			Üretim Kararları			Malzeme Atığı Kararları		
I_{jt}^g			P_{jt}^g			W_{jt}		
j, t, g	Aşama 1	Aşama 2	j, t, g	Aşama 1	Aşama 2	j, t	Aşama 1	Aşama 2
1,1,1	3000	3000	1,1,1	1500	1462,5	1,1	-	-
1,1,2	-	-	1,1,2	-	-	1,2	-	-
1,1,3	-	-	1,1,3	-	-	1,3	-	-
1,1,4	-	-	1,1,4	-	-	1,4	-	-
1,1,5	-	-	1,1,5	-	-	1,5	-	-
1,1,6	-	-	1,1,6	-	-	1,6	-	-
1,1,7	-	-	1,1,7	-	-	1,7	-	-
1,2,1	-	-	1,2,1	-	-	2,1	-	-
1,2,2	1500	1537,5	1,2,2	1312,5	1256,25	2,2	-	-
1,2,3	-	-	1,2,3	-	-	2,3	-	-
1,2,4	-	-	1,2,4	-	-	2,4	-	-
1,2,5	-	-	1,2,5	-	-	2,5	-	-
1,2,6	-	-	1,2,6	-	-	2,6	-	-
1,2,7	-	-	1,2,7	-	-	2,7	-	-
1,3,1	3000	3000	1,3,1	1050	975	İsraf Kararları		
1,3,2	-	-	1,3,2	-	-	WP_t		
1,3,3	187,5	281,25	1,3,3	187,5	281,25	t	Aşama 1	Aşama 2
1,3,4	-	-	1,3,4	-	-	1	350	275
1,3,5	-	-	1,3,5	-	-	2	100	-
1,3,6	-	-	1,3,6	-	-	3	-	-
1,3,7	-	-	1,3,7	-	-	4	-	-
1,4,1	-	-	1,4,1	-	-	5	-	-
1,4,2	1950	2025	1,4,2	1237,5	1256,25	6	-	-
1,4,3	-	-	1,4,3	-	-	7	-	-
1,4,4	-	-	1,4,4	-	-	Çalışan Sayısı Kararları		
1,4,5	-	-	1,4,5	-	-	KS_t		
1,4,6	-	-	1,4,6	-	-	t	Aşama 1	Aşama 2
1,4,7	-	-	1,4,7	-	-	1	53	50
1,5,1	3000	3000	1,5,1	525	487,5	2	46	43
1,5,2	-	-	1,5,2	-	-	3	43	43
1,5,3	712,5	768,75	1,5,3	712,5	768,75	4	43	43
1,5,4	-	-	1,5,4	-	-	5	43	43
1,5,5	-	-	1,5,5	-	-	6	43	43
1,5,6	-	-	1,5,6	-	-	7	43	43
1,5,7	-	-	1,5,7	-	-			
1,6,1	-	-	1,6,1	-	-			
1,6,2	2475	2512,5	1,6,2	1237,5	1256,25			
1,6,3	-	-	1,6,3	-	-			
1,6,4	-	-	1,6,4	-	-			

1,6,5	-	-	1,6,5	-	-
1,6,6	-	-	1,6,6	-	-
1,6,7	-	-	1,6,7	-	-
1,7,1	-	-	1,7,1	-	-
1,7,2	-	-	1,7,2	-	-
1,7,3	1237,5	1256,25	1,7,3	1237,5	1256,25
1,7,4	-	-	1,7,4	-	-
1,7,5	-	-	1,7,5	-	-
1,7,6	-	-	1,7,6	-	-
1,7,7	-	-	1,7,7	-	-
2,1,1	500	500	2,1,1	500	487,5
2,1,2	-	-	2,1,2	-	-
2,1,3	-	-	2,1,3	-	-
2,1,4	-	-	2,1,4	-	-
2,1,5	-	-	2,1,5	-	-
2,1,6	-	-	2,1,6	-	-
2,1,7	-	-	2,1,7	-	-
2,2,1	500	500	2,2,1	437,5	406,25
2,2,2	-	12,5	2,2,2	-	12,5
2,2,3	-	-	2,2,3	-	-
2,2,4	-	-	2,2,4	-	-
2,2,5	-	-	2,2,5	-	-
2,2,6	-	-	2,2,6	-	-
2,2,7	-	-	2,2,7	-	-
2,3,1	500	500	2,3,1	350	325
2,3,2	62,5	93,75	2,3,2	62,5	93,75
2,3,3	-	-	2,3,3	-	-
2,3,4	-	-	2,3,4	-	-
2,3,5	-	-	2,3,5	-	-
2,3,6	-	-	2,3,6	-	-
2,3,7	-	-	2,3,7	-	-
2,4,1	500	500	2,4,1	262,5	243,75
2,4,2	150	175	2,4,2	150	175
2,4,3	-	-	2,4,3	-	-
2,4,4	-	-	2,4,4	-	-
2,4,5	-	-	2,4,5	-	-
2,4,6	-	-	2,4,6	-	-
2,4,7	-	-	2,4,7	-	-
2,5,1	500	500	2,5,1	175	162,5
2,5,2	237,5	256,25	2,5,2	237,5	256,25
2,5,3	-	-	2,5,3	-	-
2,5,4	-	-	2,5,4	-	-
2,5,5	-	-	2,5,5	-	-
2,5,6	-	-	2,5,6	-	-
2,5,7	-	-	2,5,7	-	-
2,6,1	500	500	2,6,1	87,5	81,25
2,6,2	325	337,5	2,6,2	325	337,5

2,6,3	-	-	2,6,3	-	-
2,6,4	-	-	2,6,4	-	-
2,6,5	-	-	2,6,5	-	-
2,6,6	-	-	2,6,6	-	-
2,6,7	-	-	2,6,7	-	-
2,7,1	-	-	2,7,1	-	-
2,7,2	412,5	418,75	2,7,2	412,5	418,75
2,7,3	-	-	2,7,3	-	-
2,7,4	-	-	2,7,4	-	-
2,7,5	-	-	2,7,5	-	-
2,7,6	-	-	2,7,6	-	-
2,7,7	-	-	2,7,7	-	-



ÖZGEÇMİŞ

Adı ve SOYADI	Salih AKA
Doğum Yeri- Tarihi	Elmalı-02.04.1987
EĞİTİM DURUMU	
Mezun Olduğu Lise	Elmalı Anadolu Lisesi, Antalya, 2006
Lisans Diploması	Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kayseri, 2010
Yüksek Lisans Diploması	Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Antalya, 2015
Tez Konusu	Yer Seçimi Problemlerine Bulanık Hedef Programlama Yaklaşımı: Atık Kutularının Yerleşimi Üzerine Bir Uygulama
Yabancı Dil	İngilizce
BİLİMSEL FAALİYETLER	
Katıldığı Bilimsel Kongre / Sempozyumlar • 7th World Conference on Educational Sciences, Atina, Şubat 2015 • 13. Ulusal İşletmecilik Kongresi, Kemer/Antalya, Mayıs 2014	
Diğer Dergilerde Yayımlanan Makaleler • Aka S., "Modelling and improvements of production processes using OptQuest and process analyser", International Journal of Internet Manufacturing and Services, vol.6, no.1, pp.32-47, 2019 • Akyüz G., Tosun Ö., Aka S., "Multi criteria decision-making approach for evaluation of supplier performance with MACBETH method", International Journal of Information and Decision Sciences, vol.10, pp.249-262, 2018 • Aka S., Akyüz G., "Fuzzy goal programming approach on location-routing model for waste containers", International Journal of Industrial and Systems Engineering, vol.29, pp.413-427, 2018 (Link) • Aka S., Akyüz G., "Yapay Sinir Ağları Analizi ile İmalat Süreçlerinin İyileştirilmesi", Ege Akademik Bakış, vol.18, no.2, pp.261-271, 2018 • Akyüz G., Aka S., "Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Tedarikçi Performansı Değerlendirmede Toplamsal Bir Yaklaşım", Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları, cilt.15, ss.28-46, 2017	

- Aka S., Akyüz G., "The Effect of Production Management Course on the Self-Efficacy of Employees", Procedia- Social and Behavioral Sciences, vol.197, pp.108-112, 2015
- Akyüz G., Aka S., "İmalat Performansı Ölçümü İçin Alternatif Bir Yaklaşım: Tercih İndeksi (PSI) Yöntemi ", Business and Economics Research Journal, vol.6, no.1, pp.63-77, 2015

Sempozyum Bildiri Kitaplarında Yer Alan Yayınlar

- Aka S., Öz Y., "Performances of Turkish Non-Life Insurance Companies: Efficiency Analysis with DEA", 7th International Conference of Strategic Research in Social Science an Education (ICoSReSSE), ANTALYA, TÜRKİYE, 13-15 Ekim 2017, vol.1, pp.291-300
- Akyüz G., Aka S., "Preference Selection Index (PSI) Method on Evaluation of Supplier Performance", AGP Humanities and Social Sciences Conference, Barcelona, İSPANYA, 4-7 Şubat 2016, cilt.1, ss.31-31
- Aka S., Akyüz G., "Üretim Yönetimi Dersinin İşletme Bölümü Öğrencileri Özyeterlilikleri Üzerine Etkisi", 13. Ulusal İşletmecilik Kongresi, ANTALYA, TÜRKİYE, 8-10 Mayıs 2014, cilt.1, ss.315-321

Çalıştığı Kurumlar	• Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Araştırma Görevlisi, Antalya, 2011-2018. • Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Ana Bilim Dalı, Araştırma Görevlisi, Erzincan, 2018- Devam Ediyor.
E-Posta	salih.aka@erzincan.edu.tr.