

**T.C.**  
**ERCIYES ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İŞLETME ANABİLİM DALI**  
**ÜRETİM YÖNETİMİ BİLİM DALI**

**KONTRATLAR İLE TEDARİK ZİNCİRİ KOORDİNASYONU:**  
**ÜÇ KADEMELİ BİR TEDARİK ZİNCİRİ SİMÜLASYONU**

**Hazırlayan**  
**Köksal DÜZGÜN**

**Danışman**  
**Doç. Dr. Banu SUNGUR**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Mayıs 2019**  
**KAYSERİ**



**T.C.**  
**ERCIYES ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İŞLETME ANABİLİM DALI**  
**ÜRETİM YÖNETİMİ BİLİM DALI**

**KONTRATLAR İLE TEDARİK ZİNCİRİ KOORDİNASYONU:**  
**ÜÇ KADEMELİ BİR TEDARİK ZİNCİRİ SİMÜLASYONU**

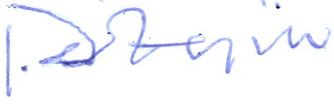
**Hazırlayan**  
**Köksal DÜZGÜN**

**Danışman**  
**Doç. Dr. Banu SUNGUR**

**Mayıs 2019**  
**KAYSERİ**

## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.



Köksal DÜZGÜN

**YÖNERGEYE UYGUNLUK**

**“Kontratlar ile Tedarik Zinciri Koordinasyonu: Üç Kademeli Bir Tedarik Zinciri Simülasyonu”** adlı Yüksek Lisans, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi 'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan  
Köksal DÜZGÜN

Danışman  
Doç. Dr. Banu SUNGUR

İşletme Ana Bilim Dalı Başkanı  
Prof. Dr. A. Asuman AKDOĞAN

**KABUL VE ONAY**

**Doç. Dr. Banu SUNGUR** danışmanlığında **Köksal DÜZGÜN** tarafından hazırlanan “**Kontratlar ile Tedarik Zinciri Koordinasyonu: Üç Kademeli Bir Tedarik Zinciri Simülasyonu**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü **İşletme Anabilim Dalında Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

30...../05/2019

**JÜRİ:**

Danışman : Doç. Dr. Banu SUNGUR  
Üye : Prof. Dr. Filiz ÇALIŞKAN  
Üye : Dr. Öğr. Üyesi F. Selen MADENOĞLU

*[Handwritten signatures of the jury members]*

**ONAY:**

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 10/06/2019 tarih ve 24 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

10...../06/2019

*[Handwritten signature of the Enstitü Müdürü]*  
Enstitü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında benden yardımlarını esirgemeyen danışmanım Doç. Dr. Banu Sungur hocama değerli yönlendirmeleri ve katkıları için teşekkür ederim.

Çalışma süresince sabır göstererek desteğini esirgemeyen, motivasyon kaynağım eşim Dr. Hülya Taflı Düzgün'e, minnettarım.

Tezimi, amcam Hayrettin Düzgün'e ithaf ediyorum...

Köksal DÜZGÜN  
Kayseri, Mayıs 2019

**KONTRATLAR İLE TEDARİK ZİNCİRİ KOORDİNASYONU:  
ÜÇ KADEMELİ BİR TEDARİK ZİNCİRİ SİMÜLASYONU  
Köksal DÜZGÜN**

**Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi, Mayıs 2019  
Danışman: Doç. Dr. Banu SUNGUR**

**ÖZET**

Tedarik zinciri, farklı hedefleri ve çıkarları olan bir çok bağımsız karar alıcıdan oluşur. Tedarik zincirinde herhangi bir şirketin alacağı karardan tedarik zincirinin bütünü etkilenmektedir. Tedarik zinciri etkinliğini artırmak için tedarik zinciri üyelerinin koordinasyonu gerekmektedir. Koordinasyonun sağlanması, şirketlerin tedarik zinciri hedefleri doğrultusunda hizalanmasına bağlıdır. Tedarik zinciri kontratları, tedarik zinciri üyelerinin uyumlu davranmaya motive etmek için kullanılan değerli koordinasyon araçlarıdır.

Bu tezde, üç kademeli (tedarikçi, imalatçı ve perakendeci) tedarik zincirinde kontratlarla koordinasyon konusu araştırılmaktadır. Çalışmada, gazeteci çocuk modeli temelinde geliştirilen geri alım, gelir paylaşımı ve miktar esnekliği kontratları kullanılmaktadır. Kontrat türleri için geliştirilen matematiksel modellerin tutarlılığı ve koordinasyon kabiliyetleri simülasyon çalışmasında sınanmaktadır. Kontrat türlerinin koordinasyon üzerindeki etkisi, sayısal simülasyon çalışmasında ölçülen bir çok performans göstergesi kullanılarak kıyaslanmaktadır.

Bu çalışma, bir çok kontrat türünün üç kademeli tedarik zinciri koordinasyonu için kullanılabileceğini göstermesi açısından önem taşımaktadır. Kontrat türleri için geliştirilen matematiksel modeller ile simülasyon yönteminin birlikte kullanımı, kontratlarla tedarik zinciri koordinasyonu konusuna teoride ve pratikte katkı sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Tedarik Zinciri Koordinasyonu, Tedarik Zinciri Kontratları, Gazeteci Çocuk Modeli, Geri Alım Kontratı, Gelir Paylaşımı Kontratı, Miktar Esnekliği Kontratı



**SUPPLY CHAIN COORDINATION WITH CONTRACTS:  
SIMULATION OF A THREE ECHELON SUPPLY CHAIN**

**Köksal DÜZGÜN**

**Erciyes University, Graduate School of Social Sciences  
M.Sc. Thesis, May 2019  
Supervisor: Assoc. Prof. Banu SUNGUR**

**ABSTRACT**

The supply chain consists of multiple independent decision makers who have different objectives and interests. The entire supply chain is affected by the decision of any company in the supply chain. In order to increase supply chain efficiency, coordination of supply chain members is required. Ensuring coordination depends on aligning companies in line with supply chain objectives. Supply chain contracts are valuable coordination tools used to motivate supply chain members to act in coherence.

In this thesis, coordination of three-echelon (supplier, manufacturer and retailer) supply chain with contracts is being explored. In the research, buy-back, revenue sharing and quantity flexibility contracts are used on the basis of the newsboy model. The consistency and coordination capabilities of the mathematical models developed for the contract types are tested in the simulation. The impacts of contract types on coordination are compared by using various performance indicators measured in the numerical simulation study.

The significance of this research is to show that many types of contracts can be used for three-echelon supply chain coordination. The use of mathematical models developed for contract types and simulation method together contributes to both theory and practice of supply chain coordination with contracts subject.

**Keywords:** Supply Chain Coordination, Supply Chain Contracts, Newsboy Model, Buyback Contract, Revenue Sharing Contract, Quantity Flexibility Contract

## İÇİNDEKİLER

### KONTRATLAR İLE TEDARİK ZİNCİRİ KOORDİNASYONU: ÜÇ KADEMELİ BİR TEDARİK ZİNCİRİ SİMÜLASYONU

|                                      |          |
|--------------------------------------|----------|
| BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK SAYFASI..... | ii       |
| YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI .....     | iii      |
| KABUL VE ONAY SAYFASI.....           | iv       |
| ÖNSÖZ.....                           | v        |
| ÖZET.....                            | vi       |
| ABSTRACT .....                       | vii      |
| İÇİNDEKİLER.....                     | viii     |
| TABLolar LİSTESİ .....               | xi       |
| ŞEKİLLER LİSTESİ.....                | xii      |
| <b>GİRİŞ.....</b>                    | <b>1</b> |

### 1. BÖLÜM TEDARİK ZİNCİRİ VE KOORDİNASYONU

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 1.1. Tedarik Zinciri .....                                      | 6  |
| 1.2. Tedarik Zinciri Yapısı.....                                | 7  |
| 1.3. Tedarik Zinciri Sınıflandırması.....                       | 9  |
| 1.4. Tedarik Zinciri Yönetimi .....                             | 11 |
| 1.5. Tedarik Zinciri Koordinasyonu.....                         | 13 |
| 1.5.1. Tedarik Zinciri Koordinasyon Eksikliğinin Sonuçları..... | 14 |
| 1.5.2. Tedarik Zinciri Koordinasyonu Aksiyonları.....           | 15 |
| 1.5.3. Tedarik Zinciri Koordinasyon Mekanizmaları.....          | 16 |

### 2. BÖLÜM LİTERATÜR ÇALIŞMASI

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1. Tedarik Zinciri Koordinasyonu ve Literatür Sınıflandırması..... | 18 |
| 2.2. Gazeteci Çocuk Modeli Literatürü .....                          | 20 |
| 2.3. Tedarik Zinciri Kontratları Literatürü.....                     | 21 |
| 2.3.1. Geri Alım Kontratı Literatürü.....                            | 22 |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.2. Gelir Paylaşımı Kontratı Literatürü.....              | 23 |
| 2.3.3. Miktar Esnekliği Kontratı Literatürü.....             | 24 |
| 2.4. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Kontratları Literatürü..... | 26 |

### **3. BÖLÜM**

#### **TEDARİK ZİNCİRİ KOORDİNASYON KONTRATLARI**

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1. Gazeteci Çocuk Modeli .....                                      | 27 |
| 3.2. Tedarik Zinciri Kontratları.....                                 | 30 |
| 3.2.1. Toptan Satış Kontratı (Wholesale Price Contract).....          | 30 |
| 3.2.2. Geri Alım Kontratı (Buyback Contract).....                     | 33 |
| 3.2.3. Gelir Paylaşımı Kontratı (Revenue Sharing Contract).....       | 37 |
| 3.2.4. Miktar Esnekliği Kontratı (Quantity Flexibility Contract)..... | 40 |
| 3.2.5. Satış İndirimi Kontratı (Sales Rebate Contract).....           | 43 |
| 3.2.6. Miktar İndirimi Kontratı (Quantity Discount Contract).....     | 45 |

### **4. BÖLÜM**

#### **KONTRATLARLA ÜÇ KADEMELİ TEDARİK ZİNCİRİ KOORDİNASYONU**

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Modeli.....                                      | 47 |
| 4.1.1. Merkezkaç Tedarik Zinciri Koordinasyonu.....                               | 52 |
| 4.1.2. Merkezi Tedarik Zinciri Koordinasyonu.....                                 | 53 |
| 4.1.3. Merkezkaç ve Merkezi Tedarik Zinciri Analizi.....                          | 54 |
| 4.2. Geri Alım Kontratı ile Üç Kademeli Tedarik Zincirinin Koordinasyonu.....     | 55 |
| 4.3. Gelir Paylaşımı Kont. ile Üç Kademeli Tedarik Zincirinin Koordinasyonu.....  | 61 |
| 4.4. Miktar Esnekliği Kont. ile Üç Kademeli Tedarik Zincirinin Koordinasyonu..... | 67 |

### **5. BÖLÜM**

#### **ÜÇ KADEMELİ TEDARİK ZİNCİRİ SİMÜLASYONU**

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| 5.1. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Simülasyon Modeli.....        | 75 |
| 5.1.1. Simülasyon Girdi Parametrelerinin Belirlenmesi.....     | 77 |
| 5.1.2. Tedarik Zinciri Sipariş Miktarlarının Belirlenmesi..... | 78 |

|                                                                                |            |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.1.3. Merkezkaç ve Merkezi Durum Performans Göstergeleri .....                | 78         |
| 5.1.4. Kontrat Karar Değişkenlerinin Hesaplanması.....                         | 79         |
| 5.1.5. Tedarik Zinciri Kontrat Modeli Performans Göstergeleri .....            | 82         |
| 5.2. Sayısal Simülasyon Uygulaması.....                                        | 84         |
| 5.2.1. Sayısal Simülasyon Girdileri.....                                       | 84         |
| 5.2.2. Merkezkaç ve Merkezi Sipariş Miktarlarının Hesaplanması.....            | 86         |
| 5.2.3. Merkezkaç ve Merkezi Tedarik Zinciri Performans Göstergeleri.....       | 87         |
| 5.2.4. Kontrat Karar Değişkenlerinin Hesaplanması.....                         | 89         |
| 5.3. Sayısal Simülasyon Uygulama Sonuçları.....                                | 91         |
| 5.3.1. Geri Alım Kontratı Performans Göstergeleri.....                         | 92         |
| 5.3.2. Gelir Paylaşımı Kontratı Performans Göstergeleri.....                   | 95         |
| 5.3.3. Miktar Esnekliği Kontratı Performans Göstergeleri.....                  | 96         |
| 5.3.4. Performans Göstergelerinin Koordinasyona Etkisi.....                    | 98         |
| 5.3.5. Talep Dağılımının Tedarik Zinciri Koordinasyonuna Etkisi.....           | 100        |
| 5.3.5.1. Kar Fonksiyonunun Talebe Bağlı Değişiminin İncelenmesi.....           | 101        |
| 5.3.5.2. Talep Belirsizliğinin Koordinasyon Üzerindeki Etkisi.....             | 104        |
| 5.4. Simülasyon Çalışmasının Tedarik Zinciri Yönetimi Açısından Faydaları..... | 105        |
| <b>SONUÇ.....</b>                                                              | <b>107</b> |
| <b>KAYNAKÇA.....</b>                                                           | <b>113</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>                                                           | <b>119</b> |

## TABLOLAR LİSTESİ

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 2.1. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Literatürü.....                              | 26 |
| Tablo 3.1. Toptan Satış Kontratı Modeli Parametreleri.....                          | 31 |
| Tablo 3.2. Geri Alım Kontratı Modeli Parametreleri.....                             | 34 |
| Tablo 3.3. Gelir Paylaşımı Kontratı Modeli Parametreleri.....                       | 38 |
| Tablo 3.4. Miktar Esnekliği Kontratı Modeli Parametreleri.....                      | 41 |
| Tablo 3.5. Satış İndirimi Kontratı Modeli Parametreleri.....                        | 43 |
| Tablo 3.6. Miktar İndirimi Kontratı Modeli Parametreleri.....                       | 45 |
| Tablo 4.1. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Modeli Parametreleri.....                    | 49 |
| Tablo 4.2. Merkezi Koordinasyonun Tedarik Zinciri Üyelerine Etkisi.....             | 54 |
| Tablo 4.3. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Geri Alım Kontratı Parametreleri.....        | 56 |
| Tablo 4.4. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Gelir Paylaşımı Kontratı Parametreleri.....  | 61 |
| Tablo 4.5. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Miktar Esnekliği Kontratı Parametreleri..... | 68 |
| Tablo 5.1. Kontratlarla Tedarik Zinciri Koordinasyonu Problem Tanımlaması.....      | 83 |
| Tablo 5.2. Tedarik Zinciri Üyeleri Girdi Parametreleri.....                         | 84 |
| Tablo 5.3. Talep Dağılım Girdileri.....                                             | 86 |
| Tablo 5.4. Tedarik Zinciri Sipariş Miktarları.....                                  | 86 |
| Tablo 5.5. Merkezkaç ve Merkezi Tedarik Zinciri Performans Gösterge Raporu.....     | 88 |
| Tablo 5.6. Kontrat Karar Değişkenleri Sayısal Değerleri.....                        | 89 |
| Tablo 5.7. Kontrat Türleri ve Tedarik Zinciri Performans Göstergeleri.....          | 93 |
| Tablo 5.8. Kontrat Performans Gös. Tedarik Zinciri Koordinasyonuna Etkisi.....      | 99 |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 1.1. Tedarik Zinciri Süreç Yapısı.....                                      | 8   |
| Şekil 1.2. Tedarik Zinciri Bağlantı Yapısı.....                                   | 9   |
| Şekil 1.3. Tedarik Zinciri Kademeleri.....                                        | 11  |
| Şekil 2.1. Tedarik Zinciri Koordinasyon Literatürü Sınıflandırması.....           | 19  |
| Şekil 4.1. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Yapısı.....                                | 48  |
| Şekil 5.1. Kontratlarla Üç Kademeli Tedarik, Zinciri Koor. Simülasyon Şeması..... | 76  |
| Grafik 5.1. Tedarik Zinciri Üyeleri Kar Fonksiyon Grafikleri.....                 | 101 |
| Grafik 5.2. Talep Belirsizliğinin Tedarik Zinciri Kar Miktarına Etkisi.....       | 105 |

## GİRİŞ

Sürdürülebilir ekonomik büyüme için her türlü rekabet koşuluna hızlı adapte olmak gerekmektedir. Rekabet, tekil olarak bir şirket için anlam ifade ettiği kadar şirketlerin birbirlerine bağımlı ve sorumlu şekilde üyesi oldukları tedarik zincirleri için de önemli bir unsur haline gelmiştir. Artık şirketlerden öte markalar ve bu markalara hizmet sağlayan tedarik zincirleri rekabet etmektedir. Bu koşullarda etkin bir tedarik zinciri performansı sağlamak için tedarik zincirinin koordinasyonu gerekmektedir. Koordinasyon, dar anlamda tedarik zinciri üyelerinin birbirine bağımlılıklarını gözeterek hareket etmeleri anlamına gelmektedir. Koordinasyonun sağlanması için şirketlerin tedarik zincirinin amaçları etrafında birleşmesi, risk ve kazançların adil paylaşımı konusunda anlaşmış olmaları gerekmektedir.

Tedarik zinciri yönetimi perspektifinden bakıldığında koordinasyonun sağlanması, bütün üyelerin aynı doğrultuda hizalanmaları, alınan kararların tedarik zinciri hedefleri ile tutarlı olması zor bir görevdir. Tedarik zincirinin tek bir karar alıcı tarafından merkezi (centralized) bir kontrolle yönetildiği varsayılırsa koordinasyonun kolaylıkla sağlanacağı öngörülebilir. Ancak çoğu tedarik zinciri bütün üyelerin birbirinden bağımsız karar aldığı, kendi çıkarları doğrultusunda hareket ettiği merkezkaç (decentralized) yapıdadır. Böyle bir durumda, şirketleri koordine olma konusunda motive edecek mekanizmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Tedarik zinciri kontratları hem teoride hem de pratikte koordinasyon mekanizmasında kullanılan değerli araçlardır.

Tedarik zinciri koordinasyon kontratları, iki veya daha fazla tedarik zinciri üyesi arasında iş ilişkisini düzenleyen anlaşmalardır. Kontratlar üyeler arasındaki alım satım ilişkisinde düzenlenmesi gereken temel bilgileri (sipariş miktarı, teslimat zamanı, ürün fiyatı ve kalitesi) kapsayıp, kazanç ve risk paylaşımının çerçevesini belirler. Bu mekanizma ile toplam tedarik zincirine ait kâr artarken stok miktarları azalmakta, talep karşılama

seviyesi artmakta ve şirketler arasında adil gelir ve risk paylaşımı sağlanabilmektedir. Bu nedenle tedarik zinciri koordinasyon kontratları, merkezkaç tedarik zinciri üyeleri için koordinasyon sağlayıcı cazip bir uygulama olarak öne çıkmaktadır.

Bu tezin odak noktası kontratlarla tedarik zinciri koordinasyonudur. Tedarik zinciri literatürü incelendiğinde son yıllarda kontratlarla tedarik zinciri koordinasyonu konusunda yoğun çalışmalar yapıldığı gözlenmektedir. Kontratlarla koordinasyon içerikli çalışmalarda, gerek teorik açıdan gerekse pratik anlamada bazı boşluklar ve uygulamada zorluklar göze çarpmaktadır. Aşağıda belirtilen literatür boşluklarından yola çıkarak araştırma konusu belirlenmiştir:

1. Üç kademeli tedarik zinciri konulu çalışmaların azlığı:

Literatürde kontratlarla tedarik zinciri koordinasyonu konulu çalışmalar tedarik zinciri yapısı açısından ele alındığında, çalışmaların iki kademeli tedarik zinciri üzerinde yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. İki üyeli yapıların basit ve anlaşılır olması çalışmaların bu yöne doğru kaymasını anlaşılır kılmaktadır. Ancak bu durum teoride kabul görmekle birlikte, günümüz tedarik zinciri yapıları ve endüstri koşulları dikkate alındığında uygulamada gerçeğin uzağında kalmaktadır. Bu nedenle tedarik zinciri koordinasyonu kavramının üçlü ve hatta çoklu kademeleri de kapsayacak şekilde araştırılması gerekmektedir.

2. Kontratların birlikte çalışılmaması ve kıyaslama eksikliği:

Kontratlarla tedarik zinciri koordinasyonu çalışmaları, çoğunlukla tek bir kontrat türünün belli koşullar altında o kontrat türüne özgü yönlerden incelenmesi ve araştırılması esasına dayanmaktadır. Farklı kontrat türlerinin aynı koşullarda koordinasyon yeteneğinin sınanması için tedarik zinciri performansına katkılarının kıyaslanması gerekmektedir. Tedarik zinciri koordinasyon kontratları literatüründe, bu anlamda yeterince çalışma yapılmadığı görülmektedir.

3. İncelenen performans göstergelerinin sayısının azlığı:

Tedarik zinciri koordinasyonu konusunda yapılan çalışmalarda, temel performans göstergesi olarak tarafların elde ettikleri kâr miktarı dikkate alınmaktadır. Kâr miktarı dışında diğer performans göstergelerinin de hesaplanması, karar alıcıların olayı bütün yönleriyle değerlendirmeleri açısından önem arz etmektedir. Kâr göstergesi haricinde, gerçekleşen satış miktarı, dönem sonu stok miktarı, karşılanamayan talep miktarı, hurda kazancı, prestij maliyeti gibi göstergelerin



ölçülüyor olması, kontrat türü ile göstergeler arasındaki etkileşimi anlamada faydalı olacaktır.

4. Kontrat modellerinin uygulanabilirliği ve yönetilebilirliğine odaklanılmaması:

Literatürde yapılan çalışmalarda, kontratlarla koordinasyon konusu teorik çerçeve ve sayısal örneklendirmeler dışına çıkmamaktadır. Pratikte, tedarik zinciri koordinasyon kontratları çalışmaları yönetsel zorluklar ve kısıtlar içermektedir. Yöneticiler açısından tedarik zinciri koordinasyon kontratlarını seçmek, seçilen kontrat türü için en uygun parametreleri ayarlamak, ayrı bir uzmanlık gerektirmekte ve maliyet doğurmaktadır. Yöneticilerin böyle ciddi kararları, geleneksel deneme - yanılma - düzeltme yaklaşımıyla alabilmesi mümkün değildir. Kontrat seçimi ve uygulama aşamalarında, tedarik zinciri üyelerinin parametrelerinde (maliyet, satış fiyatı, vb.) yapılacak değişikliklerin etkilerini anlık olarak gösterecek, uygulaması basit ve düşük maliyetli simülasyon yaklaşımına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu tezde, yukarıda belirtilen alan çalışmaları eksikliği ve ihtiyaçlardan yola çıkarak (1) üç kademeli tedarikçi, imalatçı ve perakendeciden oluşan tedarik zinciri modelleneyecektir. Bu tedarik zinciri için Gazeteci Çocuk Modeli temelinde, literatürde iki kademe tedarik zincirleri için çalışılmış koordinasyon kontratlarından Geri Alım, Gelir Paylaşımı ve Miktar Esnekliği kontratları uyarlanacaktır. (2) Uyarlaması yapılan kontratların aynı koşullar altında koordinasyon yeteneği ve tedarik zinciri performansı üzerindeki etkileri incelenecektir. (3)İncelenecek performans göstergeleri, tedarik zinciri üyelerinin kâr kazanım miktarları ile sınırlı kalmayacaktır. Ortalama satış miktarı, dönem sonu stok miktarı, karşılanamayan talep miktarı, hurda değeri ve prestij maliyeti gibi diğer performans göstergelerinin koordinasyon üzerindeki etkileri incelenecektir. (4) Kontratların pratikte hayata geçirilmesi ve yönetilebilirliğine katkı sağlaması açısından bir simülasyon modeli geliştirilip, kontratlarla üç kademeli tedarik zinciri koordinasyonu sayısal bir örnekle analiz edilecektir.

Üç kademeli bir tedarik zinciri modeli ve bu modele adapte edilecek koordinasyon kontratları çalışmasında, aşağıdaki araştırma soruları cevaplanmaya çalışılacaktır:

- Farklı kontrat türleri için üç kademeli tedarik zinciri üyelerine ait kâr fonksiyonları nasıl düzenlenebilir ve hesaplanabilir?

- Tedarik zinciri üyelerine ait performans göstergelerinin hesaplaması nasıl yapılabilir?
- Kontrat türleri için kullanılacak karar parametreleri nasıl belirlenebilir ve hesaplanabilir?
- Simülasyon çalışmasında kullanılacak analitik model problem tanımlaması nasıl yapılabilir?
- Hangi kontrat türü koordinasyonu sağlamada daha başarılıdır?

Çalışma yöntemi olarak üç kademeli tedarik zincirine uyarlaması yapılan kontrat ile geliştirilen analitik modele dayalı simülasyon yaklaşımı seçilmiştir. Simülasyon, kontrat modelleri ile ilgili girdi parametrelerinin farklı düzeylerinde farklı senaryoların sınanmasına imkân sağlamaktadır. Simülasyon tekniği ile hesaplaması zor, karmaşık matematiksel ilişkilerin çözümlenmesi kolaylıkla yapılabilmektedir. Herkes tarafından uygulanabilmesi, gerçek yaşam koşullarını yansıtarak etkin ve hızlı karar almaya fırsat vermesi nedeniyle tercih edilmiştir. Simülasyon çalışmasında sayısal girdilerle elde edilecek kontrat modellerine ait performans göstergeleri, tablo ve grafik şeklinde sunulacaktır.

Tezin genel yapısı aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır:

Birinci bölümde, kontratlarla tedarik zinciri koordinasyonu alanında yer alan temel kavramların açıklamalarına yer verilecektir. Tedarik zinciri ve yönetimi çerçevesinde genel bilgilendirmeler yapılarak tedarik zinciri koordinasyon teorisi açıklanacaktır.

İkinci bölümde, araştırma konusunun içeriğinde bulunan başlıklarla ilgili literatür sınıflandırması ve değerlendirmesi yapılacaktır.

Üçüncü bölümde, tedarik zinciri koordinasyon mekanizmasında kullanılan tedarik zinciri kontratları tanıtılacaktır. Kontratlarla temel teşkil eden Gazeteci Çocuk Modeli (Newsboy Model) açıklanacaktır. Tedarik zinciri koordinasyon sınıflandırmasında kendine yer bulmuş önemli kontratlar hakkında temel bilgiler verilecektir. Kontrat türlerinin, iki kademeli bir tedarik zinciri modelinde koordinasyonu incelenecektir.

Dördüncü bölüm, tedarik zinciri koordinasyon kontratlarının Gazeteci Çocuk Modeli varsayımları ile üç kademeli bir tedarik zincirine adaptasyonunun nasıl yapılabileceğinin araştırıldığı kısım olacaktır. Kontratlarla ilişkin analitik modeller kurulacak ve analiz

edilecektir. Kontrat türleri için simülasyon çalışmasında kullanılacak matematiksel eşitlikler elde edilecektir.

Beşinci bölümde, üç kademeli tedarik zincirinde kontralarla koordinasyon konusunda simülasyon çalışması yapılacaktır. Kontratlar için geliştirilen matematiksel modellerin tutarlılığı, sayısal simülasyon örneği ile test edilecektir. Simülasyondan elde edilen sayısal veriler, tablolar ve grafikler halinde sunulacaktır. Hesaplanan performans göstergeleri ile kontrat türlerinin aynı koşullar altında koordinasyon yeteneğinin kıyaslanması yapılacaktır.

Son bölüm, çalışmanın sonuç bölümüdür. Bu bölümde araştırma konusu kapsamında geliştirilen kontrat modelleri ve simülasyon çalışmasında elde edilen sonuçlar ile ilgili değerlendirilme yapılacaktır.

## 1. BÖLÜM

### TEDARİK ZİNCİRİ VE KOORDİNASYONU

Yoğun rekabetin yaşandığı iş hayatında şirketlerin varlıklarını devam ettirebilmesi için rekabet koşullarına adaptasyon sağlamaları gerekmektedir. Geçmişte olduğu gibi şirketlerin yalnızca kendi organizasyonel fonksiyonlarının ve iş süreçlerinin etkinliğini artırmaya odaklanmaları yeterli olmamaktadır. Şirketler, iş süreçlerinde artan teknoloji kullanımı, bilgi ve tecrübenin hızlı transferi sayesinde üretim maliyetlerini düşürebilecekleri en uygun noktaya kadar düşürebilmektedir. Rekabet, şirketler arası bir olgu olmaktan çıkmış, markalar ve onlara ait tedarik zincirleri arasında gerçekleşmeye başlamıştır. Tüm bu değişen koşullar sonucunda şirketler, etkileşim içinde bulunduğu ve iş ortaklığı kurduğu diğer şirketlerle olan sinerjilerini artırmaları gerektiğinin farkına varmıştır. Bunun sonucunda, tedarik zinciri yönetimi ve koordinasyonu konusuna olan ilgi son yıllarda hızlı bir biçimde artmaktadır (Lambert and Cooper, 2000, s. 65-66 ).

Bu bölümde, tezin içeriğinde yer alan tedarik zinciri yönetimi ve koordinasyonu teorisini oluşturan önemli kavramların tanımlarına ve açıklamalarına yer verilmektedir.

#### 1.1. Tedarik Zinciri

Şirketler için en hayati unsur müşteri beklentilerini karşılayacak ürün veya hizmetleri sunabilmektir. Günümüz iş dünyasında artan rekabet ile müşteri beklentileri çoğalmakta ve çeşitlenmektedir. Şirketlerin yüksek kalitede, bol çeşitlilikte ürün veya hizmeti en düşük maliyetle sunabilmeleri gerekmektedir. Şirketler, daha düşük maliyette, yüksek kalitede üretim yapabilmek için tedarik etme yöntemini seçmektedir. Tedarik, kelime anlamı olarak şirket için gerekli kaynakların araştırılması, bu kaynakların belirlenmesi, bu kaynaklardan gerekli mal ve hizmetin sağlanması anlamına gelmektedir.

Günümüzde, hiçbir şirket bir ürünü başka bir kaynağa ihtiyaç duymadan sunamamaktadır. Bir ürün ve hizmetin pazara sunumunda, şirketlerin katılımı ve şirketlerin birbiriyle olan etkileşimi büyük önem taşımaktadır. Şirketler kurumsal olarak birbirinden bağımsız olsalar bile, ekonomik olarak birbirine bağımlı ve sorumlu durumdadır. Bir ürün veya markanın sorumluluğu ve pazarda rekabet edebilirliği yalnızca bir şirkete değil, o şirketlerin bir araya gelerek oluşturduğu tedarik zincirine bağlıdır.

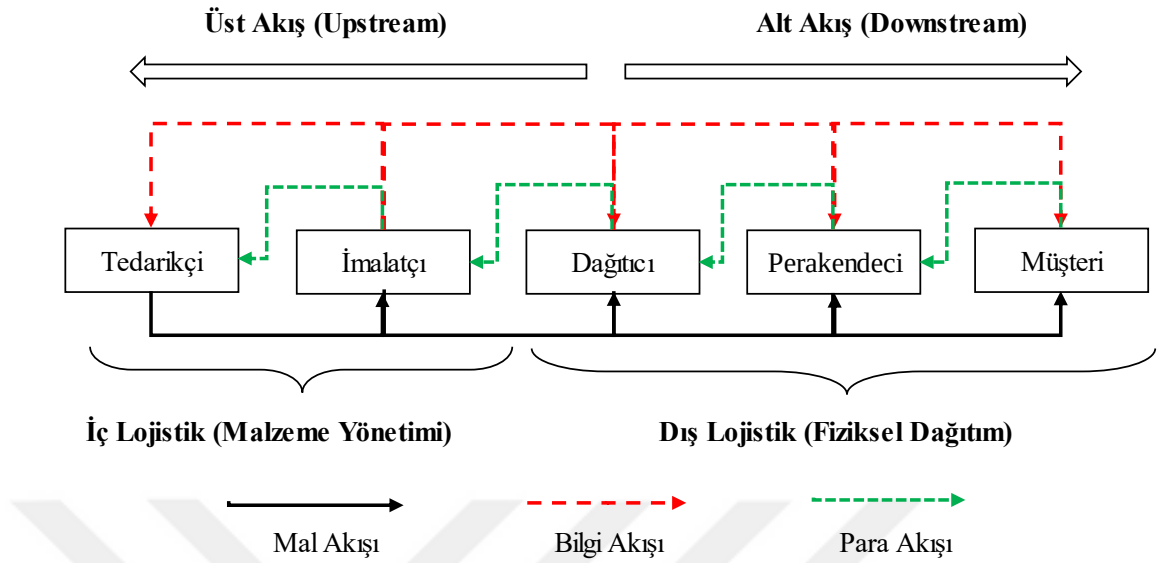
Tedarik zinciri, zinciri oluşturan halkalar gibi iki veya daha fazla şirketten oluşmaktadır. Bu şirketler müşteri isteğine uygun ürün veya hizmet sunmak için bir araya gelirler. Tedarik zinciri üyeleri (şirketler) gerçekleştirdikleri faaliyetler ve ortaya çıkardıkları değer için kendi aralarında mal, bilgi ve para akışı sağlarlar. Özetle, tedarik zinciri, müşteri isteğine uygun ürün ve hizmet sunmak için iki veya daha fazla üyenin aralarında mal, bilgi ve para aktararak değer yarattığı organizasyondur. Tedarik zincirleri, bir ürünün hammadde aşamasından nihai müşteriye ulaşıncaya kadar izlediği yolda o ürünün ortaya konulmasına katkı sağlayan tüm üyeleri içine alan bütünleşik üretim sistemleri olarak görülmektedir (Tsay; Nahmias; Agrawal, 1999, s. 301).

Tedarik zincirinde bir ürün ortaya çıkarmak ve müşteriye ulaştırmak için aşağıdaki faaliyetler gerçekleştirilmektedir:

- Ürün için talep oluşturma çalışmaları
- Ürüne ait hammadde, hazır parça ve yarı mamul tedariki
- Ürünün geliştirilmesi ve imalatı
- Ürün depolama ve stok yönetimi
- Ürün sipariş yönetimi (sipariş alma, işleme, kontrol)
- Ürün dağıtım ve müşteriye teslimatı
- Tüm bu iş adımları için bilgi sistemlerinin kurulması

## 1.2. Tedarik Zinciri Yapısı

Tedarik zinciri bir alıcı (imalatçı) ve bir satıcıdan (tedarikçiden) oluşabileceği gibi yapısal olarak bünyesinde taşımacıları, depoları, perakendecileri ve müşterileri bulundurabilir. Aşağıda tedarik zinciri süreç yapısı ile ilgili görsel Şekil 1.1 de sunulmuştur.



Şekil 1.1. Tedarik Zinciri Süreç Yapısı

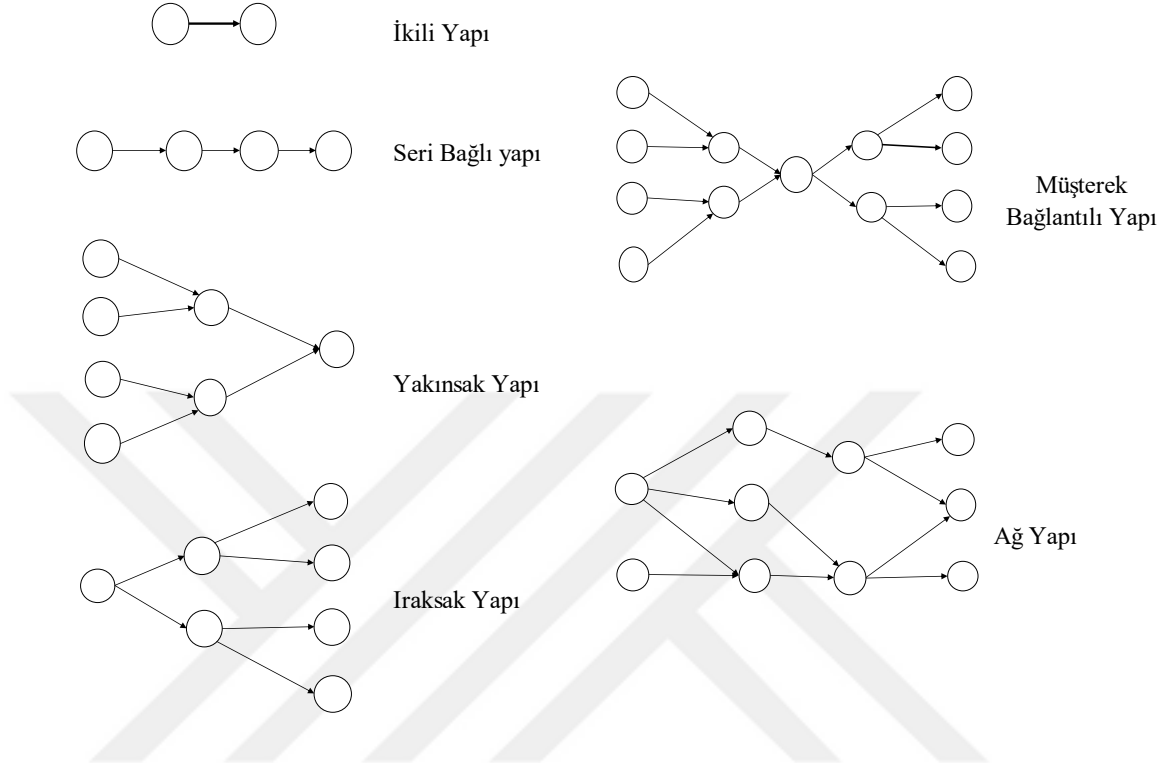
Tedarik zincirinde şirketler arasında bilgi, mal ve para akışı olmak üzere, üç temel akış söz konusudur. Bilgi akışı müşteriden başlayarak tedarikçiye kadar devam etmektedir. Bilgi akış yönünün tersinde, tedarikçiden başlayarak müşteriye uzanan mal akışı mevcuttur. Mal akışının karşılığında, onunla zıt yönde para akışı söz konusudur. Bu akışlardan yola çıkarak tedarik zinciri herhangi bir kesitinden ele alındığında, müşteri tarafına yakın olan kısım alt akış (downstream), tedarikçi yani kaynak tarafına yakın kısım ise üst akış (upstream) olarak ifade edilmektedir.

Tedarik zinciri süreç yapısı açısından ele alındığında iki temel süreçten oluşmaktadır:

- **İç lojistik (inbound logistics)** veya malzeme yönetimi, hammadde, hazır parça ve yarı mamullerin tedarik edilmesi, depolanması, elleçlenmesi ve bunların bir araya getirilip nihai ürün elde edilmesi için yapılan faaliyetlere ait iş süreçlerini kapsamaktadır.
- **Dış lojistik (outbound logistics)** veya fiziksel dağıtım, nihai ürünün müşteriye iletilmesi süresince gerçekleştirilen sipariş alma, sipariş işleme, nakliye, stok ve depo yönetimi, ürün fiyatlandırma, reklam ve talep oluşturma gibi iş süreçlerini içermektedir (Min, 2015, s. 2-3).

Tedarik zinciri bünyesinde gerçekleşen iç ve dış lojistik süreçlerinin tamamı dikkate alındığında, tedarik zincirini oluşturan üyeler arasındaki ilişki doğrusal ve bire bir olmaktan daha çok bir ağ yapısına sahiptir. Bu bakımdan bir tedarik zincirinde birçok tedarikçi, birçok imalatçı veya nakliyecisi gibi paydaşlar bulunmaktadır. Tedarik zinciri

üyelerinin birbiriyle olan ilişki ve bağlantı tipine göre, tedarik zinciri yapısını gösteren diyagram aşağıdaki Şekil 1.2.'de sunulmuştur:



Şekil 1.2. Tedarik Zinciri Bağlantı Yapısı

Şekilde görüldüğü üzere, tedarik zinciri üyeleri arasında olabilecek bağlantı yapıları en basitten en karmaşığa doğru verilmiştir. En basit bağlantı yapısı ikili yapı iken en çok rastlanan ve karmaşık olan, ağ yapısıdır. Bağlantı yapısının belirlenmesinde, tedarik zinciri kademelerinde yer alan üye sayısı belirleyici olmaktadır.

### 1.3. Tedarik Zinciri Sınıflandırması

Tedarik zinciri için literatürde genel görmüş bir sınıflandırma sistematığı bulunmamakla birlikte, karar alma şekli ve içerdikleri şirket sayıları bakımından bir sınıflandırma yapmak mümkündür.

- **Karar alma durumları veya karar alıcı sayısına göre: Merkezi ve Merkezkaç**

Tedarik zincirleri, karar alma şekilleri veya içerdikleri karar alıcı otorite sayısı bakımından merkezi (centralized) ve merkezkaç (decentralized) tedarik zinciri olarak ifade edilmektedir. Bünyesinde tek karar alıcı bulunan tedarik zinciri, *merkezi* olarak ifade edilmektedir. Merkezi tedarik zincirinde, tedarik zincirinin tamamının performansını optimum yapmayı hedefleyen tek bir karar alıcı bulunmaktadır. Bu karar alıcı, tedarik zincirine ve üyelerine ait tüm bilgiyi kendinde toplayarak tedarik

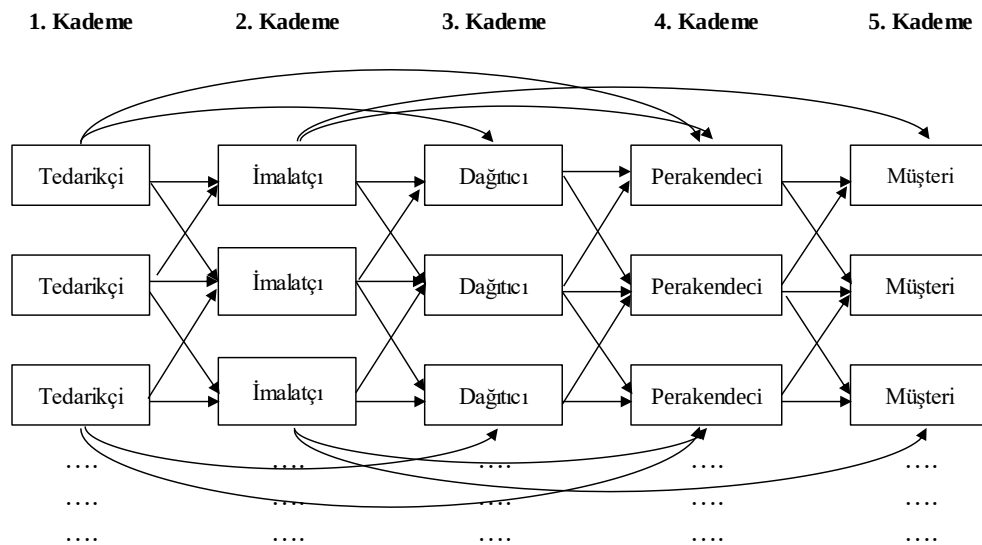
zincirinin toplam maliyetlerini azaltıp, kârını maksimize edecek şekilde kararlar almaktadır. Dolayısı ile bu yapıya sahip bir tedarik zincirinde koordinasyonun sağlanması nispeten kolay görünmektedir.

Tedarik zincirleri çoğunlukla, şirketlerin kendi kârlarını ve çıkarlarını artırmaya yönelik bağımsız kararlar aldığı *merkezkaç* yapıdadır. Merkezkaç bir tedarik zincirinde merkezi bir karar alıcı olmadığı için her üye kendisine ait bilgi ile kendi maliyetini azaltacak, kârını maksimize edecek şekilde bağımsız kararlar almaktadır. Böyle tedarik zincirlerinde gerekli koordinasyon sağlayıcı mekanizmalar kullanılmaz ise toplam maliyetler artmakta, tüm üyeler için kazanç kayıpları kaçınılmaz olmaktadır (Whang, 1995, s. 414).

- **İçerdikleri üye sayısına göre: 2 kademeli ve çok kademeli**

Tedarik zincirleri bünyesinde tedarikçileri, taşıyıcıları, imalatçıları, dağıtıcıları, depoları, perakendecileri ve nihai müşterileri bulunduracak şekilde geniş bir yapıya sahip olabilmektedir. Bu üyelerden her birinin bulunduğu konum, tedarik zincirinin bir kademesini (echelon) oluşturmaktadır. Tedarik zincirleri kademe sayılarına göre iki kademeli, üç kademeli, çok kademeli şeklinde sınıflandırılmaktadır. Tedarik zinciri en az iki kademeden oluşur ve aynı kademe düzeyinde birden fazla üye bulunabilir (Chopra and Meindl, 2016, s. 15).

Tedarik zinciri kademelerine ait görsel, aşağıda Şekil 1.3.'de sunulmuştur.



Şekil 1.3. Tedarik Zinciri Kademeleri ((Chopra and Meindl, 2016'den geliştirilmiştir.)



Şekilde de görüleceği üzere tedarik zincirini oluşturan her kademe birbiriyle mal, bilgi ve para akışı ile etkileşim halindedir. Kademeler arasındaki akışlar, çok yönlü gerçekleşebilmektedir. Örneğin, bir imalatçı birçok tedarikçiden mal alıp birçok dağıtıcıya ürün satabilmektedir. Kademeler arasındaki bu ağ yapılanması, tedarik zinciri kavramı için, tedarik ağı veya tedarik şebekesi terimlerinin kullanılmasına zemin hazırlamıştır.

Her kademenin tedarik zinciri içindeki rolü ve fonksiyonu farklıdır. Hammadde ve malzeme tedariki; ürün tasarımı ve imalat; depolama ve stok yönetimi; sipariş ve müşteri ilişkileri yönetimi; dağıtım ve teslimat bu fonksiyonlara örnek olarak verilebilir. Tedarik zincirinin kaç kademedan oluşacağı, müşteri ihtiyaçlarına ve hangi kademedeki hangi fonksiyonların gerçekleştirileceğine göre farklılık gösterebilir. Tedarik zinciri yapısı, tasarımı ve tedarik zinciri süreçlerin etkinliğinin sağlanması tedarik zinciri yönetimi disiplinin konusudur.

#### **1.4 Tedarik Zinciri Yönetimi**

Tedarik zincirinde tüm şirketler birbiriyle etkileşim halindedir. Şirketlerin kendi iç fonksiyonları arasındaki bütünleşmenin yanında, şirketler arası bütünleşme ve koordinasyon gerekmektedir. Tedarik zinciri üyeleri arasındaki mal, para ve bilgi akışının koordinasyonu tedarik zincirinin toplam başarısını ortaya koymaktadır. Dolayısı ile tedarik zinciri içindeki faaliyetleri bütünleşik bir bakış açısı ile ele alacak yönetim yaklaşımı gerekmektedir.

Tedarik zinciri yönetimi, tedarik zincirini oluşturan tedarikçiler, imalatçılar, dağıtıcılar, perakendeciler ve müşteriler arasında gerçekleşen mal, bilgi ve para akışını inceleyen bütünleşik bir yönetim disiplini (Hill, 2012, s. 349). Tedarik zinciri yönetimi tanımında üzerinde durulacak kavram, bütünleşik bir yönetim anlayışı olduğudur. Tedarik zincirinin uzun dönem performansını artırmak için, tedarik zinciri fonksiyonlarının bir bütün olarak sistemli ve stratejik olarak koordinasyonu tedarik zinciri yönetiminin görevidir.

Tedarik zinciri yönetimi, tedarikçi seçme, satın alma, operasyonlar, nakliye, dağıtım, satış, pazarlama ve bilgi sistemleri dâhil olmak üzere bir dizi geleneksel işletme fonksiyonunun koordinasyonunu kapsar. Ayrıca tedarikçiler, aracılar, üçüncü taraf servis sağlayıcıları ve müşteriler arasındaki koordinasyonu ve işbirliğini de içerir. Bu bakımdan tedarik zinciri yönetimi, şirketler arasında arz ve talep yönetimini bütünleştirir.

Tedarik zinciri yönetimi kapsamına dâhil olan fonksiyonlar, tedarik zinciri karması olarak ifade edilmektedir (Quayle, 2006, s. 107-108). Tedarik zinciri yönetimi karmasında aşağıdaki fonksiyonlar bulunur:

- Planlama ve Pazarlama Stratejisi: Ürün tasarımı ve pazarlama politikalarının malzeme ve dağıtım ihtiyaçları üzerindeki etkilerini incelemektedir.
- Satınalma: Kaynak araştırması ve seçimi, kontratlar, tedarikçi işbirliği ve tedarikçi geliştirme faaliyetlerini kapsamaktadır.
- Üretim Planlama: Tesis kapasitesi, konumu ve yerleşimi, çizelgeleme, üretim kaynak planlaması ve üretim kontrol faaliyetlerini içermektedir.
- Depolama ve Malzeme Elleçleme: Malların depolanması, paketlenmesi ve stok hareketleri faaliyetlerini kapsamaktadır.
- Stok Yönetimi: Stok kontrolü, minimum, optimum stok düzeyinin belirlenmesi, stok maliyetlerinin azaltılması, fire ve atıl oranlarının minimize edilmesi faaliyetlerini incelemektedir.
- Depo ve Mağazalar: Konum ve kapasite optimizasyonu ve operasyonların iyileştirmesini kapsamaktadır.
- Nakliye: Çizelgeleme, rota belirleme ve operasyonların yönetimi faaliyetlerini içermektedir.
- Müşteri Hizmetleri: Talep tahmini, hizmet seviyesi, sipariş işleme, yedek parça ve satış sonrası hizmet faaliyetlerini kapsamaktadır.
- Teknik Destek: Tedarik zinciri faaliyetlerin sürdürülebilmesi için gerekli yönetim sistemleri ve destek karar sistemlerini içermektedir.

Tedarik zinciri yönetiminde temel amaç tedarik zincirinden elde edilen net kazancın maksimize edilmesidir. Bu amacın gerçekleştirilmesi, müşteriden elde edilen gelirin artırılması ve/veya tedarik zincirinin toplam maliyetinin azaltılmasına bağlıdır. Uzun vadede tedarik zincirinin sürdürülebilir başarısı için müşteri memnuniyeti ve tedarik zinciri üyelerinin uyumu göz ardı edilmemelidir (Chopra and Meindl, 2016, s. 15-16). Bu nedenle tedarik zinciri üyeleri arasında uzun vadeli stratejik ve operasyonel ortaklıklar kurulması yaklaşımı ön plana çıkmaktadır. Bu ortaklıkların kurulması ve devamlılığı için birbirine bağımlı ancak bağımsız kararlar alan tedarik zinciri üyeleri için koordinasyon mekanizmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

### 1.5 Tedarik Zinciri Koordinasyonu

Tedarik zinciri yönetimi açısından koordinasyon konusu zorlu bir görev ve süreçtir. Tedarik zincirinde başarılı bir koordinasyondan söz edebilmek için farklı yönetim anlayışına sahip, farklı öncelikleri ve hedefleri olan çok sayıda şirketin aynı hedeflerde hizalanması gerekmektedir. Bunun sağlanabilmesi için tüm şirketlerin koordinasyonun gerekliliğini hissetmesi gerekmektedir. Tedarik zincirinde herhangi bir şirketin alacağı karardan tüm üyeler ve toplamda tedarik zincirinin bütünü etkilenmektedir. Şirketler arasındaki bu bağımlılık ve sorumluluktan doğan işbirliği sonucunda, koordinasyon şirketler arası problemlerin çözümünde stratejik bir çözüm aracı olarak kaçınılmaz hale gelmiştir.

Literatürde koordinasyonun genel kabul görmüş bir tanımı olmamakla birlikte en çok kullanılan tanımı, “farklı yapıların, ortak belirledikleri amaçlar doğrultusunda birlikte hareket etmesi ve aralarındaki bağımlılığın yönetilmesi” şeklinde yapılmaktadır (Malone and Crowston, 1994, s. 90). Tedarik zinciri kavramı açısından koordinasyon şirketlerin birbirine bağımlılıklarını gözetmeleri ve toplam tedarik zinciri kazancına göre tutarlı kararlar almaları anlamına gelmektedir.

Koordinasyon sağlanabilmesi için üyelerin tedarik zincirinin amaçlarının ortak belirleyecek şekilde bilgi alışverişinde bulunmaları, riskin ve kazancın adil paylaşılması ilkelerine bağlı kalmaları gerekmektedir. Bu açıdan bakıldığında koordinasyon, tüm tedarik zinciri üyelerinin daha iyi iş sonuçları elde etmek için kazan-kazan ilkesinde buluşmalarıdır (Arshinder; Kanda; Deshmukh, 2009, s.1177).

Tedarik zincirinin koordine edilmesinin şirketler açısından birçok faydası mevcuttur. Koordinasyon sayesinde tedarik zinciri üyeleri gereksiz stok taşımaktan kurtulmaktadır. Teslimat süreleri kısaltmakta satış miktarları artmaktadır. Üretim maliyetleri azalırken müşteri memnuniyeti artmaktadır. Talep belirsizliği riski azalmakta şirketlerin esnekliği ve dinamikliği artmaktadır. Tedarik zinciri koordinasyonun değerini anlamak için eksikliği durumdaki sonuçları incelemek gerekmektedir.

### 1.5.1 Tedarik Zinciri Koordinasyon Eksikliğinin Sonuçları

Tedarik zincirinde üyeler arasında bilgi paylaşımında ortaya çıkan bozulmalar sonucunda koordinasyon eksikliği ortaya çıkmaktadır. Koordinasyon eksikliği durumunda tedarik zinciri üyelerinin maliyetleri artmakta, kazançları azalmakta ve nihayetinde toplam tedarik zinciri kârı azalmaktadır. Bu temel olumsuz sonucun bileşenleri olarak, koordinasyon eksikliği durumunda ortaya çıkan problemler aşağıda sunulmuştur:

- **İmalat Maliyetinin Artması:** Koordinasyon eksikliği durumunda tedarik zinciri toplam maliyeti artmaktadır. Üyeler arasında bilgi iletiminde yaşanan sıkıntılar sonucunda ortaya çıkan talep değişkenliği, aşırı kapasite kullanımı veya aşırı stok tutma şeklinde olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Bu durumda ürüne ait birim imalat maliyetleri artmaktadır.
- **Stok Maliyetinin Artması:** Koordinasyon eksikliği durumunda stok miktarındaki artışla birlikte depolama, paketleme ve elleçleme maliyetleri de artmaktadır.
- **Teslimat Sürelerinin Uzaması:** Koordinasyon eksikliği durumunda, düzensiz ve dengesiz talep bilgisi sonucunda tedarik zinciri üyeleri üretim planlama ve çizelgeleme süreçlerini olumsuz etkilenmektedir. Böylelikle üretim kapasitesinin ve taşınan stoğun talebi karşılamadığı durumlar ortaya çıkmakta ve teslimat süreleri uzamaktadır.
- **Nakliye Maliyetlerinin Artması:** Koordinasyon eksikliği durumunda taşıma ve nakliyelerden kaynaklı maliyetlerde artış gerçekleşmektedir. Nakliye maliyetleri ile sipariş tazeleme sayıları arasında yüksek pozitif korelasyon bulunmaktadır. Sipariş dengesizliği nakliye sayısını artırmakta ve sonucunda toplam nakliye maliyetleri artmaktadır.
- **Sipariş Karşılama Düzeyinin Azalması:** Koordinasyon eksikliği sipariş karşılama düzeyini azaltmaktadır. Düzensiz ve dengesiz talep, tedarik zinciri üyelerinin stoksuz yakalanmasına dolayısı ile satış kayıpları yaşanmasına yol açmaktadır. Ortaya çıkan maddi kayıplar yanında tedarik zinciri üyelerinin prestiji de zarar görmektedir.
- **Tedarik Zinciri Üyeleri Arasındaki İlişkinin Bozulması:** Koordinasyon eksikliği durumunda ortaya çıkan problemler için tedarik zinciri üyeleri birbirlerini sorumlu tutmakta olumsuzluklar için suçu diğerinde arama yatınlığı

ile üyeler arasında güven sorunu ortaya çıkmaktadır. Bu şartlarda olası koordinasyonun sağlanması daha da zor hale gelmektedir.

### 1.5.2 Tedarik Zinciri Koordinasyonu Aksiyonları

Tedarik zinciri koordinasyon eksikliğinin oluşturduğu olumsuz sonuçların ortadan kaldırılması tedarik zinciri yöneticileri için önemli bir görevdir. Yöneticilerin koordinasyon sağlanmasının önündeki engelleri aşması için alması gereken aksiyonlar ve yapılması gereken faaliyetler bulunmaktadır (Chopra and Meindl, 2016, s. 268-269).

Bu aksiyonlar aşağıda belirtilmiştir:

- **Hedef ve Önceliklerin Hizalanması:** Tedarik zinciri içinde hedef ve önceliklerin bireysel faydaların ötesinde, tedarik zincirinin tamamını kapsayacak şekilde belirlenmesi ve bütün üyelerin bu hedeflerde buluşması gerekmektedir. Hedef ve önceliklerin hizalanması aksiyonu, tedarik zinciri kademeleri arasında olması gerektiği gibi aynı şirketteki fonksiyonlar arasında olması da gerekmektedir.
- **Bilgi Paylaşımında Şeffaflık ve Doğruluk:** Tedarik zinciri yöneticilerinin kademeler arasında bilgi paylaşımını şeffaflık ve doğruluk ilkelerinden ödün vermeden gerçekleştirmeleri gerekmektedir. Özellikle müşteri talep verisinin tüm tedarik zinciri boyunca paylaşılması kamçı etkisi ve sonuçlarını azaltmaktadır. Talebin bilinmesi ve talep tahmini sürecinde işbirliğinin sağlanması planlama süreçlerinin kalitesini artırmaktadır. Bilgi paylaşımının en ileri aşamasında, tek merkezden bütünleşik planlama ve kontrol sistemlerinin kurulması tedarik zinciri bilgi kirliliğini engellemektedir.
- **Operasyonel Performansın İyileştirilmesi:** Tedarik zinciri operasyonel performansının artması koordinasyonun sağlanması için gereklidir. Özellikle teslimat süresi performans göstergesinin azaltılması talep dengesizliği ve değişkenliğinin olumsuz etkilerini azaltmaktadır. Başka bir performans göstergesi olan sipariş parti büyüklüğü otomatik sipariş verme ve veri paylaşım sistemleri (EDI) ile azaltılarak, üyeler arasında gereksiz sipariş birikmesinin önüne geçilebilmektedir.
- **Fiyatlandırma Stratejilerinin Geliştirilmesi:** Tedarik zinciri yöneticileri, fiyatlandırma stratejilerinde yapacakları iyileştirmeler ile perakende sipariş parti büyüklüğünü azaltıp toplam sipariş hacmini artırabilmektedirler. Sipariş lot büyüklüğüne bağlı fiyatlandırma politikası yerine, toplam sipariş hacmi üzerinden

fiyatlandırma yapılması dönemsel sipariş dalgalanmalarındaki değişkenliğin önüne geçmektedir. Dönemler arası alışlageldik promosyonel fiyat politikası yerine sürekli sabit fiyat politikaları koordinasyonu olumlu yönde etkilemektedir.

- **Stratejik İşbirliği ve Güven Unsuru:** Tedarik zinciri yönetiminde, kademeler arasında işbirliği ve güven unsuru tesis edilmişse yukarıda belirtilen aksiyonların gerçekleşebilmesi çok daha kolay olmaktadır. Üyelerin birbirini stratejik ortak gördüğü tedarik zincirlerinde bilgi paylaşımı, fiyatlandırma politikalarında ve kademeler arası işlem maliyetlerinde olumlu yönde iyileşmeler sağlanmaktadır. Tedarik zincirindeki ortaklık yapısının sürekli değişmesi, üyeler arasında güven eksikliği oluşturmaktadır. Şirketler arasında iş kültürleri farklılıklarının giderilememesi sonucunda maliyetlerin artması koordinasyonu olumsuz etkilemektedir. Stratejik ortaklıkların kurulması için, tedarik zinciri koordinasyon mekanizmaları (özellikle kontratlar) kullanılarak her kademenin yetki ve sorumluluk çerçeveleri belirlenmektedir.

### 1.5.3 Tedarik Zinciri Koordinasyon Mekanizmaları

Tedarik zinciri üyeleri arasında stratejik işbirlikleri kurulması ve yönetilmesi koordinasyon mekanizmaları kullanılarak sağlanmaktadır. Merkezkaç yapıda bağımsız karar alan tedarik zinciri üyeleri arasında koordinasyon sağlanması için kullanılan bu mekanizmalar, tedarik zinciri üyelerinin tedarik zincirindeki rollerine ait yetki ve sorumlulukların çerçevesini belirlemektedir. Literatürde kendisine yer bulmuş koordinasyon mekanizmaları aşağıda açıklanmaktadır:

#### ▪ Tedarik Zinciri Kontratları

Tedarik zinciri kontratları, koordinasyon mekanizmaları sınıflandırmasında önemli bir yere sahiptir. İyi düzenlenmiş bir kontrat, tedarik zinciri üyeleri arasındaki iş ilişkisini her boyutuyla yönetilebilir kılmaktadır. Kontrat içeriğinde sipariş miktarı, fiyat, teslimat zamanı ve kalite standartları gibi temel parametreler bulunmaktadır. Kontratlar, tedarik zincirinin toplam kârını artırmak, stok taşıma ve stoksuz kalma maliyetleri azaltarak tedarik zinciri üyeleri arasında risk ve kazanç paylaşımını düzenlemek amaçlarıyla kullanılmaktadır (Tsay; Nahmias; Agrawal, 1999, 305).

Tedarik zinciri kontratları, bu tezin ana odak noktası olduğundan literatürde sınıflandırılmış kontrat türleri üçüncü bölümde ayrıntılı şekilde açıklanacaktır.

- **Bilgi Paylaşımı ve Bilgi Teknolojileri**

Bilgi paylaşımı, tedarik zinciri üyelerine ait talep, satış tahminleri, stok miktarları, yükleme bilgileri, gerçek zamanlı gönderi takibi, satış geliri ve maliyet bilgileri gibi çok sayıda bilgiyi kapsamaktadır. Bilgi paylaşımında esas olan bilgilerin güvene dayalı olarak şeffaf ve doğru şekilde paylaşılmasıdır. Bu bilgilerdeki hatalar, gecikmeler, bildirilmeyen değişiklikler tedarik zincirinde bilgi kirliliğine neden olmakta, bunun sonucunda tedarik zinciri kârı olumsuz etkilenmektedir. Bilgi paylaşımlarının eş zamanlı paylaşımı amacıyla ERP yazılımları ile bütünleşik, EDI (Elektronik Bilgi Aktarımı) teknolojileri geliştirilip kullanılmaktadır. Bunun yanında internet teknolojilerindeki ilerleme ile özelleşmiş ara-yüzlerle tedarik zinciri üyeleri gerçek zamanlı bilgi sistemleri ile birbirine entegre edilmektedir. Özellikle E-ticaret hacminin artması bu altyapıya sahip tedarik zincirleri için bilgi paylaşımı ve teknolojileri mekanizmasıyla koordinasyonu mümkün kılmaktadır.

- **Ortak Karar Mekanizmaları**

Tedarik zinciri üyelerinin alacakları aksiyonları, yapacakları faaliyetleri birlikte belirlemeleri, ortak karar mekanizması olarak görülmektedir. Özellikle teslimat miktarı ve zamanlamalarının ortaklaşa belirlenmesi, taşınacak stok miktarları konusunda alınan kararlar ve üretim çizelgeleme konularında ortak hareket etme bu mekanizmanın bir sonucudur. Alıcının tedarik edeceği mal ile ilgili tüm operasyonel takibi tedarikçisine devrettiği, Tedarikçi Yönetiminde Stok (VMI) yaklaşımı ortak karar mekanizması olarak ortaya çıkmıştır. Ortak Planlama, Tahminleme ve Teslimat (CPFR), tedarik zinciri üyelerinin tamamı için merkezi üretim planlama, talep tahminleme ve teslimat çizelgeleme süreçlerini koordine eden ortak karar mekanizmalarıdır.

## 2. BÖLÜM

### LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Literatürde tedarik zinciri koordinasyonu konusunda yapılan çalışmalar, son yirmi - otuz senelik zaman diliminde katlanarak artmıştır. Küreselleşme ve yoğun rekabet koşullarında dış kaynak kullanımı artmıştır. Bununla birlikte artan talep ve fiyat belirsizliği tedarik zinciri koordinasyonu konulu pratik ve teorik çalışma ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Dış etkilerle birlikte tedarik zinciri kavramının kendi içinde çok çeşitli ve karmaşık süreçler barındırması, çalışmaların geniş bir alana yayılmasına zemin hazırlamıştır. Lojistik, stok yönetimi, satın alma, üretim planlama ve tedarik gibi fonksiyonların tedarik zinciri yapısı ve zaman eksenini açısından ele alınmasıyla çalışmaların kapsamı yayılmıştır.

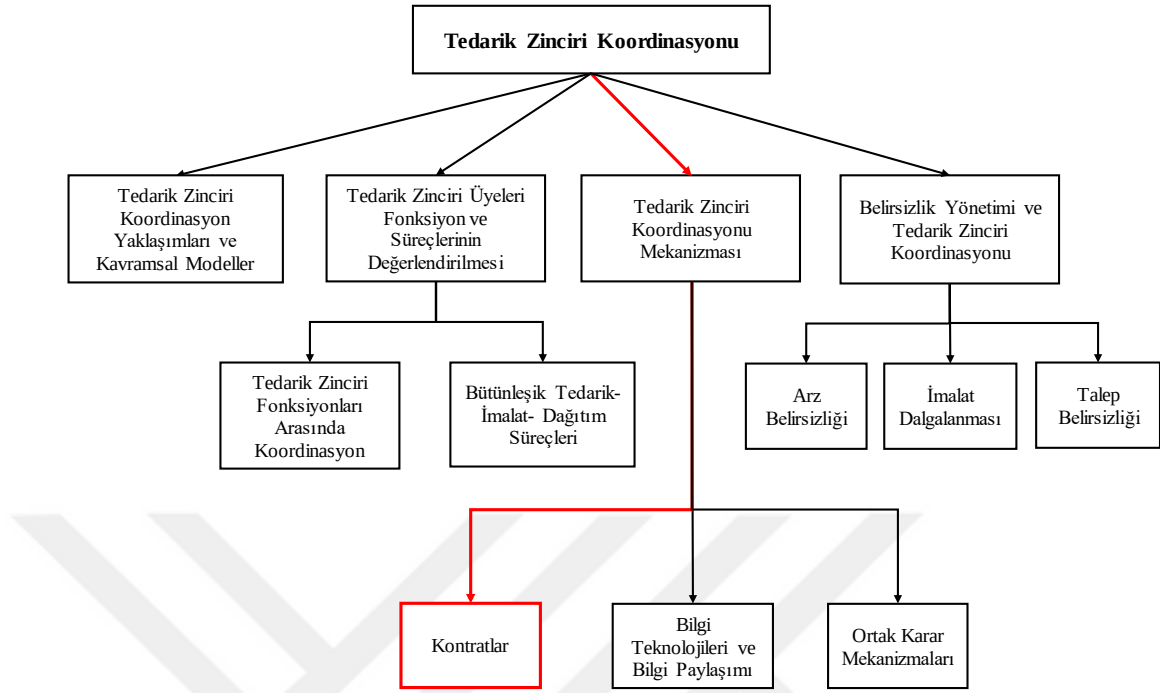
Bu bölümde, kontratlar ile tedarik zinciri koordinasyonu konusunda literatür incelemesine yer verilmektedir. Tezin içeriğinde yer alan tedarik zinciri koordinasyonu, gazeteci çocuk modeli ve üç kademeli tedarik zincirinde koordinasyonu araştırılacak kontratlar ile ilgili çalışmalar ayrı başlıklarda değerlendirilecektir.

#### 2.1 Tedarik Zinciri Koordinasyonu ve Literatür Sınıflandırması

Koordinasyon kavramı, tedarik zinciri üyelerinin birbirleri arasındaki bağımlılıkları gözetmeleri, hedefleri ortak belirlemeleri anlamına gelmektedir. Şirketlerin riskleri ve ödülleri adil bir şekilde paylaşmak için tutarlı kararlar almaları gerekmektedir. Literatürde tedarik zinciri koordinasyonu ile ilgili yapılan çalışmaların sınıflandırılmasına ilişkin üzerinden mutabık kalınan bir sistematik bulunmamaktadır.

Aşağıda Şekil 2.1.'de, tedarik zinciri koordinasyonu ile ilgili yapılan çalışmaların bir sınıflandırma şeması verilmiştir. Şemadan görüleceği üzere, literatürde koordinasyon konusu birçok açıdan ele alınmıştır. Tedarik zinciri koordinasyon yaklaşımları ve bunlara ilişkin kavramsal modeller, tedarik zinciri üyeleri ve süreçleri açısından koordinasyonun incelenmesi, belirsizlik yönetimi ve koordinasyon ve tedarik zinciri koordinasyon mekanizması, çalışmaların ana kırılımını oluşturmaktadır.





Şekil 2.1. Tedarik Zinciri Koordinasyon Literatürü Sınıflandırması

Tedarik zinciri kontratları koordinasyon mekanizması altında incelenmektedir. Koordinasyon mekanizması, merkezi karar alıcının bulunmadığı merkezkaç tedarik zincirlerinde şirketlerin birbirlerini ve tedarik zincirinin bütününe gözeterek hareket etmelerini sağlayacak unsurlar olarak ifade edilmektedir. Kontratların yanında bilgi teknolojileri kurulumu ilgili çalışmalar, bilgi paylaşımına dayalı yaklaşımlar, şirketlerin ortak karar alma mekanizmaları, koordinasyon mekanizması sınıfında ele alınmaktadır (Arshinder; Kanda; Deshmukh, 2011, s. 43).

Tedarik zinciri kontratları içeriğinde yer alan bilgi ve teşvik unsurları ile tedarik zinciri üyelerinin koordinasyonu sağlayan değerli araçlardır. Kontratlar, öncelikle şirketler arasındaki iş ilişkisinin çerçevesini belirlerken karşılığında elde edilecek kazanç ve risk paylaşımını düzenlemektedir. İyi bir kontratın tedarik zinciri üyelerine ait talep belirsizliği, satış fiyatı, kalite ve teslimat zamanı kaynaklı riskleri azaltıp, toplam tedarik zinciri kârını artırması beklenmektedir (Cachon, 2003, s. 229).

Kontratlarla ilgili literatür incelemesinden önce kontratlar için temel teşkil eden Gazeteci Çocuk Modeli literatürüne değinmek gerekmektedir.

## 2.2. Gazeteci Çocuk Modeli Literatürü

Klasik Gazeteci Çocuk Modeli (Newsboy veya Newsvendor Model), beklenen kâr en üst düzeye çıkarmak için gazeteci tarafından bir defalığına verilmesi gereken sipariş miktarı ile ilgili karar problemidir. Model, **Whitin (1955)** tarafından ilk formülasyonundan bu yana perakendeci için mal satın almak, ürünler için güvenlik stoğu seviyelerini ayarlamak, bir tesis için doğru kapasiteyi seçmek ve hava yolları için bilet satışı ile ilgili karar vermek gibi çok çeşitli iş kararlarında uygulanmıştır. Tüm bu karar problemleri ortak bir matematiksel yapıya sahiptir. Stokastik talebe sahip tek bir ürün için sipariş miktarını, talep ortaya çıkmadan birim maliyet, satış fiyatı, hurda değeri ve prestij maliyetini kullanarak belirlenmesi gerekmektedir.

Tedarik zinciri kontratlarının temeli de Gazeteci Çocuk Modeli üzerine kurulmaktadır. Model, alıcı ve satıcıdan oluşan iki kademeli tedarik zinciri için stokastik talep altında, bir satış dönemi ve bir ürün için öngörülmüştür. Modelin amacı, alıcının kâr maksimizasyonunu sağlayacağı sipariş miktarının belirlenmesidir. (Gazeteci Çocuk modeli ve tedarik zinciri kontratları için detaylı açıklamalar 3. Bölümde yapılmıştır.)

Literatürde bu model ile ilgili pek çok çalışma yürütülmüştür. Modele ilişkin ilk dönem çalışmaları, **Whitin (1955)**; **Goodman ve Moody (1970)**; **Lau (1980)**; **Nahmias ve Schmidt (1984)** tarafından gerçekleştirilmiştir. **Lariviere ve Porteus (2001)** çalışmasında, modeli tedarik zinciri kâr optimizasyonu ve performans ölçümü üzerine adapte ederken, **Chen ve Seshadri (2006)** çalışmalarında, talep riski üzerine odaklanmıştır. **Nahmias ve Smith (1994)**, **Cachon (2003)** çalışmalarında modeli genişletilmiş şekilde kullanmışlardır.

Literatürde gazeteci çocuk modeli üzerine kurulu kontratlar, çoğunlukla iki kademeli tedarik zinciri için uygulanmıştır. Bu çalışmada gazeteci çocuk modeli üç kademeli tedarik zincirine uyarlanacaktır. Bu modelde, tedarik zincirinin merkezkaç ve merkezi durumlardaki optimum sipariş miktarının belirlenmekte ve performans göstergeleri hesaplanmaktadır. Kurulan model, üç kademeli tedarik zincirine uyarlaması yapılacak Geri Alım, Gelir Paylaşımı ve Miktar esnekliği kontratları için temel oluşturmaktadır.

## 2.3. Tedarik Zinciri Kontratları Literatürü

Literatürde, son yıllarda tedarik zinciri kontratları hakkında önemli sayıda ve çeşitlilikte araştırma mevcuttur. Tüm literatürleri kapsayan bir sınıflandırma geliştirmek zor

görülmektedir. Bu nedenle tedarik zinciri koordinasyon kontratları sınıflandırmasında literatürde genel kabul görmüş bir sınıflandırma sistemi bulunmamaktadır.

**Tsay, Nahmias ve Agrawal (1999)**, yaptıkları çalışmada, kontratları sekiz unsur üzerinden değerlendirerek bir sınıflandırma geliştirmiştir. Bu çalışmada, kontratlar dönem uzunluğu, fiyatlandırma politikası, siparişin periyodikliği, miktar taahhüdü, esneklik, teslimat taahhüdü, kalite ve bilgi paylaşımı unsurlarına göre sınıflandırılmıştır.

Literatürde pek çok araştırmada, **Cachon (2003)** çalışmasında yer alan sınıflandırmaya atıf yapıldığı görülmektedir. Bu sınıflandırmaya göre kontratlar, şirketler arası ödeme miktarı ve modelin karmaşıklığı açısından ele alınmıştır. Kontratlar, içerdiği ödeme miktarı ile ilgili toptan satış, geri alım, tazmin bedelleri ve gelir paylaşımı ile ilgili maddelerine göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmada yer alan önemli kontratlar aşağıda belirtilmiştir.

- Toptan Satış Kontratı (Wholesale Price Contract)
- Geri Alım Kontratı (Buyback Contract)
- Gelir Paylaşımı Kontratı (Revenue Sharing Contract)
- Miktar Esnekliği Kontratı (Quantity Flexibility Contract)
- Satış İndirimi Kontratı (Sales Rebate Contract)
- Miktar İndirimi Kontratı (Quantity Discount Contract)

Tedarik zinciri kontratları kabaca, talebe bağlı fiyatlandırma politikasına sahip kontratlar ve miktara bağlı fiyatlandırma politikasına sahip kontratlar şeklinde iki tür olarak sınıflandırılabilir. Talebe bağlı fiyatlandırma politikasına sahip kontratlar, sabit bir toptan satış fiyatı ve dönem sonunda gerçekleşen talep değerlerine göre geri ödeme maddelerine sahip kontratlardır. Bu sınıfa toptan satış, geri alım, gelir paylaşımı, satış indirimi kontratları dahil edilmektedir. Miktara bağlı fiyatlandırma politikasına sahip kontratlar ise, belirlenen sipariş miktarına göre toptan satış fiyatı indirimi veya ödeme miktarı değişen kontratlardır. Miktar esnekliği ve miktar indirimi kontratları bu sınıfa girmektedir (Zhao; Meng; Whang, 2016, s. 2-3).

Literatürde, kontratlarla koordinasyon çalışmaları incelendiğinde, önemli eksikliklerden biri çalışmalarda kontratların tekil olarak ele alınmasıdır. Farklı kontrat türlerinin aynı koşullarda kıyaslanması yapılmamıştır. Kontratlarla tedarik zinciri koordinasyonu çalışmaları çoğunlukla tek bir kontrat türünün belli koşullar altında, o kontrat türüne özgü

yönlerden incelenmesi ve araştırılması esasına dayanmaktadır. Kontratların tedarik zinciri koordinasyonu konusunda kullanılabilir bir araç olması için koordinasyon yeteneklerinin aynı koşullarda kıyaslanabilmesi ve üzerinde seçim yapılabilecek nitelikte olmaları gerekmektedir. Literatürdeki bu boşluğu doldurmak için bu çalışmada, hem talebe ve hem miktara bağlı fiyatlandırma politikalarına sahip farklı tür kontratların aynı çalışma içinde üç kademeli tedarik zinciri için uygulanabilirliği araştırılmaktadır.

Bu tezde üzerinde çalışılacak Geri Alım, Gelir Paylaşımı ve Miktar Esnekliği kontratları ile ilgili yapılan çalışmalara aşağıda değinilmiştir.

### **2.3.1. Geri Alım Kontratı Literatürü**

Geri Alım (Buyback ) kontratı gazete, gıda, tekstil ve moda sektöründe sıklıkla kullanılan bir kontrat türüdür. Kontratın içeriğinde satıcı, alıcıya sezon sonunda satılamayan ürünlerin tamamının veya bir kısmının belirlenecek bir fiyatla geri alımı ile ilgili garanti sunmaktadır.

**Pasternack (1985)** çalışmasında, bir dönemli bir geri alım kontratı üzerinden satıcının geri alım fiyatlandırma politikası senaryoları incelenmiştir. Tek satıcı ve tek alıcı olan senaryoda, satış sezonu sonunda kalan ürünlerin bir kısmının satış fiyatı üzerinden geri alması durumunda koordinasyonun sağlandığı gösterilmektedir. Aynı çalışmada, tek satıcı ve çok alıcılı bir senaryo için ürünlerinin tamamının alış fiyatından düşük bir fiyat ile iadesi durumunda koordinasyonun sağlanabileceği vurgulanmaktadır.

**Padmanabhan ve Png (1997)** çalışmalarında geri alım kontratını talep belirsizliği ve alıcıların rekabet etmesi koşullarında incelemektedirler. Bu çalışmada, satıcının üretim maliyetleri yeterince düşük ve talep değişkenliği az olması koşuluyla tedarik zinciri koordinasyonun sağlanabileceği gösterilmektedir.

**Krishnan, Kapuscinski ve Butz (2004)** çalışmalarında, geri alım kontratı ile birlikte alıcı ve satıcı arasında promosyon maliyetlerinin paylaşım esasına dayalı anlaşmanın koordinasyon üzerindeki etkilerini araştırmaktadırlar. Geri alım fiyatı ile elde edilen tedarik zinciri toplam kârı arasındaki ters orantı vurgulanmaktadır. Satıcının promosyon maliyetlerini paylaşmaması durumunda sadece geri alım kontratıyla koordinasyonun sağlanamayacağı gösterilmektedir.

**Yue ve Ranganathan (2007)** çalışmasında, geri alım kontratını alıcı ve satıcı arasındaki bilgi paylaşımı ve asimetrik bilgi koşullarında incelenmektedir.

**Hou, Zeng ve Zhao (2010)** çalışmalarında, geri alım kontratını talep ve arz belirsizliği durumunda incelemektedir. Bu çalışmada, risk altında geri alım politikası analiz edilmektedir.

### **2.3.2. Gelir Paylaşımı Kontratı Literatürü**

Gelir Paylaşımı (Revenue Sharing) kontratı, satıcının alıcıya daha düşük fiyatla ürün satması ve karşılığında alıcının dönem sonu elde ettiği toplam satış gelirin bir kısmını satıcıyla paylaşmasına esasına dayanmaktadır. Bu kontrat türü özellikle ürün fiyatlarının yüksek olduğu sektörlerde kullanılmaktadır. Literatürde, gelir paylaşımı kontratı Amerika'da bir video kaset kiralama şirketinin bu kontratı kullanarak rakiplerinden çok daha hızlı büyümesi durum çalışmalarıyla girmiştir.

**Cachon ve Lariviere (2005)** çalışmalarında, gelir paylaşımı kontratına ilişkin detaylı bir analiz sunmaktadır. Gelir paylaşımı ve geri alım kontratlarının ürünün perakende fiyatının sabit olması koşuluyla koordinasyon sağlama konusunda denk oldukları gösterilmektedir. Perakende fiyatının satıcı tarafından belirlenmesi durumunda diğer sözleşme türleri koordinasyonu sağlamazken gelir paylaşımının koordinasyon konusunda başarılı olduğu gösterilmektedir.

**Koulamas (2006)** çalışmasında, gazeteci çocuk modeli temelinde gelir paylaşımı kontratını incelemiştir. Tekdüze dağılıma sahip talep yapısı için satıcı ve alıcı kâr paylaşımları arasındaki değişimi araştırmıştır. Gelir paylaşımı kontratında kâr paylaşımında avantajlı tarafın alıcı olduğunu ancak adil bir paylaşım oluşturmak için talebe bağlı düzenleme gerektiğini göstermektedir.

**Yao, Leung ve Lai (2008)** çalışmalarında, gelir paylaşımı kontratını tek satıcı ve iki alıcıdan oluşan tedarik zincirine uyarlamaktadır. Satıcı rekabet halindeki alıcılara gelir paylaşımı önermektedir. Önerilen gelir paylaşımı koşulları, oyun teorisi kurallarına göre alıcıların vereceği cevabın önceden tahmin edilmesiyle belirlenmektedir. Bu kontrat koşullarında koordinasyon, talep dağılımı ve perakende fiyatı arasındaki ilişki incelenmektedir.

**Dong ve Li (2009)** çalışmasında, alıcısı riskten kaçınan bir tedarik zincirinde gelir paylaşımı kontratı ile koordinasyonu incelemektedir. Tedarik zinciri için optimum sipariş miktarının risk nötr bir alıcılı duruma göre daha düşük olduğunu göstermektedir. Çalışmada, risk arttıkça sipariş miktarının azaldığı, belli bir risk düzeyinde alıcının satın alma işlemi yapmadığı gösterilmektedir.

**Zhang, Fu ve Li (2012)** çalışmalarında, gelir paylaşımı kontratını talep dalgalanması koşulunda incelemektedir. Çalışmada talep bozulmadan önce koordinasyonu sağlayan gelir paylaşımı kontratı analiz edilmiş, sonrasında talep dalgalanması durumunda koordinasyon konusu araştırılmıştır. İki durumun karşılaştırılması yapılarak talep dalgalanması durumunda gelir paylaşımı şartlarının değiştirilmesinin koordinasyonun sağlanması için gerekli olduğu vurgulanmaktadır.

### **2.3.3. Miktar Esnekliği Kontratı Literatürü**

Miktar Esnekliği (Quantity Flexibility) kontratında, satıcı alıcıya toptan satış fiyatı ile ürün satmaktadır. Dönem sonunda alıcı elde kalan stoğun bir kısmını belli bir bedel üzerinden satıcıdan tazmin etmektedir. Kontratın detayında satıcı ile alıcı arasında sipariş miktarının ve esneklik oranının bir çarpanı olarak miktar esnekliği belirlenmiştir. Kontrata göre, alıcı satış sezonunda kalan ürünlerin miktar esnekliği kadarı için satıcıdan bir bedel alacaktır. Miktar esnekliği kontratı özellikle bilgisayar ve elektronik eşya sektöründe kullanılmaktadır.

**Tsay ve Lovejoy (1999)** çalışmalarında, iki bağımsız üyeden oluşan bir tedarik zincirinde miktar esnekliği kontratı ve tedarik zinciri performansı konuları incelemektedir. Tedarik zinciri koordinasyonu için miktar esnekliğinin artırılması gerektiğini, bunun karşılığında alıcının satıcıya daha fazla fiyat ödemesi gerektiği gösterilmektedir. Miktar esnekliği kontratının çok kademeli yapılar için uyarlanabileceği vurgulanmaktadır.

**Milner ve Rosenblatt (2002)** çalışmalarında miktar esnekliği kontratını iki dönemli olacak şekilde incelemiştir. İlk dönem sonunda gerçekleşen talebi gözlemleyen alıcı, kontratın ikinci dönemi için belli bir ceza karşılığında sipariş miktarını yeniden ayarlama esnekliğine sahip olmaktadır. Bu kontrat yapısında talep değişkenliği ve tedarik zinciri kârı arasındaki korelasyon incelenmekte ve alıcının kararları analiz edilmektedir.

**Sethi, Yan ve Zhang (2004)** çalışmalarında, çok dönemli bir miktar esnekliği kontratında talep tahmini kalitesinin etkin karar alma üzerindeki etkisi incelemektedir. Her dönem başında alıcı talep tahminlemesi yapmaktadır. Buna bağlı güncellenen sipariş miktarı, fiyat bilgisi ve miktar esnekliği parametrelerinin koordinasyon üzerindeki etkileri analiz edilmektedir.

**Bassok ve Anapundi (2008)** çalışmalarında, miktar esnekliği kontratını sürekli dönem üzerinde incelemektedir. Alıcı her dönem başında gelecek dönem ile ilgili kararlarını almaktadır. Satıcı alıcıya kararlarını değiştirme konusunda kısıtlı esneklik tanımaktadır. Sezgisel yaklaşıma dayalı çalışmada alıcının satın alma kararları incelenmiştir. Sözleşme türünün etkinliği, miktar esnekliğinin alıcının kararları üzerindeki etkileri araştırılmaktadır.

**Lian ve Deshmukh (2009)** çalışmasında, özellikle akaryakıt sektöründe kullanılan uzun dönemli miktar esnekliği kontratı incelemektedirler. Bu kontrat yapısına göre alıcı her dönem için önceden sipariş vermektedir. Satıcının sağladığı esneklik verilen siparişin ne kadar önce verildiği ile doğru orantılı artmaktadır. Bu koşullarda alıcı ileriki dönemler için de sipariş miktarını artırmaktadır. Çalışmada, stok maliyetlerini minimize eden kâr maksimizasyonu sağlayan optimum sipariş miktarı belirlenmesi araştırılmıştır.

**Li, Lian ve Zhou (2010)** çalışmasında kozmetik sektöründe kullanılan miktar esnekliği kontrat türünü incelemektedir. Bu kontrat yapısında, alıcı ürünün deneme süresinde veya önce bildirilen siparişler üzerinden normal dönemde kullanılmak üzere bir esneklik elde etmektedir. Aksi durumda normal dönemde ürün satın alma fiyatları daha yüksek olmaktadır. Bu çalışmada, alıcının dinamik olarak optimum sipariş miktarlarını belirmesi konusunda analizler yapılmaktadır.

#### **2.4. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Kontratları Literatürü**

Günümüzde tedarik zincirleri çoklu kademeleri içerecek şekilde yapılmaktadır. Ancak mevcut literatürde araştırmaların çoğu iki kademeli tedarik zinciri için yapılmıştır.

Üç kademeli tedarik zinciri kontratları konulu yapılan literatür gözden geçirilmesinde aşağıdaki Tablo 2.1.' deki çalışmalar öne çıkmaktadır.

Tablo 2.1. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Literatürü

| Kontrat Türü     | Referans                         | Talep Yapısı  | Açıklama                                                                                                                             |
|------------------|----------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Miktar Esnekliği | Tsay, Lovejoy (1999)             | Stokastik     | Miktar Esnekliği kontratının ikive çoklu kademeler için uygulanabilirliği gösterilmektedir.                                          |
| Gelir Paylaşımı  | Giannoccaro, Pontrandolfo (2004) | Stokastik     | Gelir Paylaşımı kontratı ile merkezkaç tedarik zinciri koordinasyonu araştırılmaktadır.                                              |
| Gelir Paylaşımı  | Hu, Chunyu ve Jiang (2007)       | Fiyat Duyarlı | Gelir Paylaşımı kontratı ile fiyat duyarlı talep altında üyelerin risk alma durumuna göre koordinasyon konusu çalışılmaktadır.       |
| Birleşik Kontrat | Guidong (2009)                   | Stokastik     | Geri Alım ve Miktar İndirimi kontratlarının kombinasyonundan oluşan birleşik kontrat ile koordinasyon araştırılmaktadır.             |
| Geri Alım        | Chen, Bell (2011)                | Fiyat Duyarlı | Geri Alım kontratının, fiyata duyarlı talep altında ürün iadesi koşullarında tedarik zinciri koordinasyonu incelenmektedir.          |
| Gelir Paylaşımı  | Hou, ve diğerleri (2017)         | Stokastik     | Gelir Paylaşımı kontratı ve oyun teorisi ile merkezkaç tedarik zinciri koordinasyonu çalışılmaktadır.                                |
| Birleşik Kontrat | Giri, Bardhan, Maiti (2016)      | Stokastik     | Geri Alım ve Satış İndirimi ve ceza kontratlarının kombinasyonundan oluşturulan birleşik kontrat ile koordinasyon araştırılmaktadır. |
| Gelir Paylaşımı  | Pang, Hou, Lv (2016)             | Bağımlı       | Gelir Paylaşımı kontratını, talep dalgalanması ve bağımlı talep koşullarında incelenmektedir.                                        |

Yukardaki tabloda, **Giannoccaro ve Pontrandolfo (2004)** çalışmasında, gelir paylaşımı kontratının stokastik talep altında üç kademeli tedarik zincirine uyarlaması çalışıldığı görülmektedir. Bu makalede, tedarik zinciri üyelerine ait hurda değeri ve prestij maliyeti parametreleri modele dahil edilmediği görülmektedir. Bu tezde, kontratların birlikte ele alınıyor olması yeniliği dışında, tedarik zinciri üyelerine ait olabilecek tüm parametreler, hurda değeri ve prestij maliyetleri de dahil olmak üzere, kontrat modellerde kullanılmaktadır.



### 3. BÖLÜM

#### TEDARİK ZİNCİRİ KOORDİNASYON KONTRATLARI

Bu bölümde, tedarik zinciri koordinasyon mekanizmasında kullanılan tedarik zinciri kontratları açıklanmaktadır. Tedarik zinciri koordinasyon mekanizması sınıflandırmasında kendine yer bulmuş önemli kontratlar ayrı başlıklar altında ele alınmaktadır. Bu başlıklarda ilgili kontrat hakkında temel açıklamalar yapılarak, kontratların iki kademeli tedarik zinciri için analitik modelleri kurulmaktadır. Tedarik zinciri koordinasyon kontratları incelendiğinde kontratların Gazeteci Çocuk Modeli (Newsboy Model) üzerine kuruluşu görülmektedir.

##### 3.1. Gazeteci Çocuk Modeli

Gazeteci çocuk modeli, basit bir yapıya sahip olmasına rağmen tedarik zinciri koordinasyon kontratları hakkında zengin bilgiler sağlamaktadır. Tedarik zincirinin hangi kontratlar tarafından koordine edilebildiği, kontratların değişen şartlara göre esnekliği ve hangi kontratların kabul edilebileceği hakkında fikir veren bir modeldir (Cachon, 2003, s. 233). Bu nedenlerden ötürü, gazeteci çocuk modeli üzerinde analiz yapılması, tedarik zinciri kontratları konusu için temel teşkil etmektedir.

Model, bir imalatçı ve bir perakendeciden oluşan tedarik zincirinde, stokastik talep altında bir satış sezonu için perakendecinin sezon öncesinde sipariş miktarı belirleme problemi üzerine kurulmuştur. Bu modelde, (Höhn, 2010, s. 23) göre işlem sıralaması aşağıdaki gibidir,

- İmalatçı perakendeciye bir kontrat teklifinde bulunur.
- Perakendeci kontrat teklifini kabul de edebilir, geri de çevirebilir. Kabul etmesi durumunda perakendeci imalatçıya belirlediği miktarda sipariş açar.
- İmalatçı bu siparişi satış sezonundan önce üretir ve perakendeciye teslim eder.
- Satış sezonunda ürün talepleri ortaya çıkar ve satış yapılır.

- Sezon sonunda anlaşma şartlarına uygun olarak taraflar arasında para transferleri gerçekleşir ve kontrat sonuçlandırılır.

Gazeteci çocuk modelinde koordine edilecek konu, perakendecinin sipariş miktarıdır. Stokastik talep karşısında perakendeci satış sezonunun başlamasından önce kesin bir sipariş miktarı belirlemelidir. Modele göre her iki tarafta nötr risk alıcı olarak kabul edilmektedir. Modele ait parametreler aşağıda tanımlanmıştır:

$Q$ , ürünün sipariş miktarı;  $r$ , ürüne ait perakende fiyatı ve  $D$ , ( $D > 0$  olmak üzere) satış sezonunda ürünün gerçekleşen satış talebi olsun.  $F$ , sürekli artan, türevi alınabilir ve  $F(0)=0$  şartını sağlamak üzere ürün talebinin dağılım fonksiyonu;  $f$  onun yoğunluk fonksiyonu olarak gösterilsin. Talebin beklenen değeri  $E(D)$  ile ifade edilsin.

$c_m$ , imalatçının ürün başı marjinal maliyeti;  $c_r$ , perakendecinin ürün başı marjinal maliyeti olmak üzere  $c_m + c_r < r$  şartı sağlansın. Karşılanamayan her bir ürün talebi için prestij maliyeti oluşsun ve  $g_m$ , imalatçının birim prestij maliyeti;  $g_r$ , perakendecinin birim prestij maliyeti olarak gösterilsin. Bu durumda  $c = c_m + c_r$  ve  $g = g_m + g_r$  şeklinde tanımlansın. Satış sezonu sonunda elde kalan ürün için perakendeci bir hurda değeri kazansın ve  $s$  olarak gösterilsin. Bu durumda  $s < c$  şartı sağlansın. İmalatçının hurda değeri  $s$  den büyük olamayacağı varsayımı ile tüm satılamayan ürünler için hurda değeri perakendeci tarafından elde edilsin.

$S(Q)$ ,  $\min[Q, D]$  beklenen satış miktarı olmak üzere, aşağıdaki eşitlikle ifade edilmektedir:

$$\begin{aligned} S(Q) &= Q(1 - F(Q)) + \int_0^Q yf(y)dy \\ &= Q - \int_0^Q F(y)dy \end{aligned}$$

$I(Q)$ , beklenen stok (satılamayıp elde kalan) miktarını gösterebilir,

$$I(Q) = (Q - D)^+ = Q - S(Q)$$

Benzer şekilde  $L(Q)$ , beklenen satış kaybı (karşılanamayan talep) miktarını gösterebilir,

$$L(Q) = (D - Q)^+ = E(D) - S(Q)$$

eşitlikleri elde edilir.

$T$ , perakendecinin sözleşme şartına uygun olarak imalatçıya yapacağı ödeme tutarını gösterebilir.

Tüm bu tanımlanan parametreleri kullanarak perakendecinin kâr fonksiyonunu  $\pi_r$ , sipariş miktarının  $Q$ 'nın bir fonksiyonu olarak elde edilebilir:

Perakendecinin Kârı ( $\pi_r(Q)$ ) = Satış Geliri + Hurda Geliri – Prestij Maliyeti – Perakende Maliyeti – Ödeme Tutarı

$$\pi_r(Q) = rS(Q) + sI(Q) - g_r L(Q) - c_r Q - T$$

Ana denklemde, daha önce elde edilen  $I(Q) = Q - S(Q)$  ve  $L(Q) = E(D) - S(Q)$  eşitlikleri yerine konulup düzenleme yapıldığında aşağıdaki perakendeci kâr fonksiyonu elde edilir.

$$\pi_r(Q) = (r - s + g_r)S(Q) - (c_r - s)Q - g_r E(D) - T$$

Benzer şekilde imalatçı için kâr fonksiyonu yazıldığında

İmalatçının Kârı ( $\pi_m(Q)$ ) = Ödeme Tutarı – Prestij Maliyeti – İmalat Maliyeti

$$\pi_m(Q) = T - g_m L(Q) - c_m Q$$

Bu denklemde, daha önce elde edilen  $L(Q) = E(D) - S(Q)$  eşitliği yerine konulup düzenleme yapıldığında aşağıdaki imalatçı kâr fonksiyonu elde edilir.

$$\pi_m(Q) = g_m S(Q) - c_m Q - g_m E(D) + T$$

Tedarik zincirinin toplam kâr fonksiyonu  $\Pi(Q) = \pi_r(Q) + \pi_m(Q)$  denkleminden,

$$\Pi(Q) = (r - s + g)S(Q) - (c - s)Q - gE(D)$$

elde edilir.

Merkezi bir tedarik zinciri için  $Q_{sc}^*$ , tedarik zinciri toplam kâr fonksiyonunu maksimize (koordine) eden sipariş miktarı olsun. Talebin dağılım fonksiyonu  $F$ , sürekli artan ve tedarik zinciri kâr fonksiyonu  $\Pi$  konkav olduğu için,  $\Pi(Q)$  fonksiyonun  $Q$ 'ya göre türevi alınıp 0'a eşitlendiğinde;

$$S'(Q_{sc}^*) = \frac{c - s}{r - s + g}$$

eşitliği elde edilir. Bu eşitlik talebin dağılım fonksiyonunun bir biçimi olarak

$$F(Q_{sc}^*) = 1 - \frac{c - s}{r - s + g}$$

şeklinde ifade edilebilir.

Bu eşitlik gazeteci çocuk modeli üzerine kurulu tüm kontrat türleri için toplam tedarik zincirini koordine eden sipariş büyüklüğünün belirlenmesinde kullanılmaktadır.

### 3.2. TEDARİK ZİNCİRİ KONTRATLARI

Tedarik zinciri koordinasyonunda tedarik zinciri kontratları, hem teoride hem de pratikte kullanılan değerli araçlardır. Tedarik zinciri kontratları, iki veya daha fazla tedarik zinciri üyesi arasında iş ilişkisini düzenleyen anlaşmalardır. Kontratlar, üyeler arasındaki alım satım ilişkisinde düzenlenmesi gereken temel bilgileri (sipariş miktarı, teslimat zamanı, ürün fiyatı ve kalitesi) kapsayıp, kazanç ve risk paylaşımının çerçevesini belirlemektedir. Tedarik zinciri koordinasyon kontratları (Arshinder; Kanda; Deshmukh, 2008, s. 326) göre,

- Toplam tedarik zincirinin kârını optimize etmek,
- Sipariş ve stok yönetimi kaynaklı aşırı stok ve sipariş karşılayamama maliyetlerini azaltmak,
- Risklerin taraflar arasında adil paylaşımını sağlamak için yapılır.

Tedarik zinciri kontratlarını açıklanmasında, Cachon (2003) sınıflandırmasında yer alan kontrat türlerine değinilecektir. Bu sınıflandırmaya göre koordinasyonu sağlayan unsur, kontratlardaki adil kazanç paylaşımını sağlayan ödemelerle ilgili teşvikleridir. Kontrat içeriğindeki ödemeye ait koşullar (maddeler), her üyenin toplam tedarik zinciri performansı için hizalanmasını sağlamaktadır. Bu sınıflandırmaya göre, tedarik zinciri koordinasyonunda kullanılan kontratlar aşağıda verilmiştir:

- a. Toptan Satış Kontratı (Wholesale Price Contract)
- b. Geri Alım Kontratı (Buyback Contract)
- c. Gelir Paylaşımı Kontratı (Revenue Sharing Contract)
- d. Miktar Esnekliği Kontratı (Quantity Flexibility Contract)
- e. Satış İndirimi Kontratı (Sales Rebate Contract)
- f. Miktar İndirimi Kontratı (Quantity Discount Contract)

#### 3.2.1 Toptan Satış Kontratı (Wholesale Price Contract)

Gazeteci çocuk modeli üzerine kurulu en basit kontrat türü toptan satış kontratıdır. Bu kontrat tipi diğer kontrat türleri için temel teşkil etmektedir. Kontratın yapısı gazeteci çocuk modeliyle benzer şekildedir. Stokastik talep altında, bir imalatçı ve perakendeciden oluşan iki kademeli bir tedarik zinciri öngörülmektedir. Kontrat bir satış dönemi için geçerlidir. Bu kontratta tek ve önemli detay imalatçının sabit bir toptan satış fiyatı belirlemesidir (Cachon, 2003, s. 238). Dolayısı ile perakendecinin kontratta ödenecek tutarla ilgili bir pazarlık payı bulunmamaktadır.

İmalatçı, tek bir ürünü sonsuz kapasiteli şekilde üretip belirlediği sabit toptan satış fiyatı ile satışa sunmaktadır. Perakendeci ise bu ürün için satış sezonunda satılmak üzere belirlediği siparişi imalatçıdan talep etmektedir. Satış sezonu geldiğinde gerçekleşen talep üzerinden ürünü müşterilere satmaktadır. Satış sezonunda ortaya çıkan rassal talebin sonucunda, perakendecinin siparişi ya çok aşırı kaçarak stok oluşturmakta veya talebin tamamını karşılamayarak satış kaybına yol açabilmektedir.

Yukarda belirtildiği gibi tedarik zinciri, imalatçı ve perakendeciden oluşan iki kademelidir. Kontratların tarafları nötr risk alıcı ve kendi kârlarını maksimize etmeye çalışmaktadır. Sözleşme bir ürün üzerine ve bir satış dönemi için geçerlidir. Ürünün talep yapısı stokastiktir. Kontratın kuruluşu şu şekildedir: İmalatçı perakendeciye toptan satış kontratı önerir. Perakendeci bu teklifi kabul de edebilir, geri de çevirebilir. Teklifi kabul edilmesi durumunda perakendeci imalatçıya belirlediği sipariş miktarını bildirir. Satış döneminde ürün talebi ortaya çıkar ve satış gerçekleşir. Dönem sonu satılamayıp elde kalan stok, perakendeci tarafında hurda değeriyle eritilir (Cachon, 2003, s.239).

Modele ait parametreler aşağıdaki Tablo 3.1.'de tanımlanmıştır.

Tablo 3.1. Toptan Satış Kontrat Modeli Parametreleri

| Parametre | Açıklaması                                             |
|-----------|--------------------------------------------------------|
| $r$       | Ürünün Perakende Fiyatı                                |
| $c_m$     | İmalatçının Marjinal Maliyeti                          |
| $c_r$     | Perakendecinin Marjinal Maliyeti                       |
| $g_m$     | İmalatçının Prestij Maliyeti                           |
| $g_r$     | Perakendecinin Prestij Maliyeti                        |
| $s$       | Birim Hurda Değeri                                     |
| $w$       | Toptan Satış Fiyatı                                    |
| $c$       | $= c_m + c_r$ Tedarik Zinciri Toplam Marjinal Maliyeti |
| $g$       | $= g_m + g_r$ Tedarik Zinciri Toplam Prestij Maliyeti  |
| $D$       | Ürünün Gerçekleşen Talebi                              |
| $E(D)$    | Talebin Beklenen Değeri                                |
| $Q$       | Sipariş Miktarı                                        |

|        |                                   |
|--------|-----------------------------------|
| $S(Q)$ | Beklenen Satış Miktarı            |
| $I(Q)$ | Beklenen Satılamayan Stok Miktarı |
| $L(Q)$ | Beklenen Satış Kaybı Miktarı      |

Daha önce gazeteci çocuk modelinde,  $S(Q) = Q - \int_0^Q F(y)dy$  ;

$I(Q) = Q - S(Q)$  ve  $L(Q) = E(D) - S(Q)$  eşitlikleri verilmiştir.

$T_w(Q, w)$  toptan satış sözleşmesi ile perakendecinin imalatçıya yapacağı ödeme tutarını gösterebilir. Bu durumda  $T_w(Q, w) = wQ$  olacaktır.

Tüm bu tanımlanan parametreleri ve eşitlikleri kullanarak toptan satış kontratı altında perakendecinin kâr fonksiyonunu  $\pi_r$  yazılabilir.

Perakendecinin Kârı ( $\pi_r(Q)$ ) = Perakende Satış Geliri + Hurda Geliri – Prestij Maliyeti – Perakende Maliyeti – Toplam Ödeme Tutarı

$$\pi_r(Q, w) = rS(Q) + sI(Q) - g_r L(Q) - c_r Q - wQ$$

Ana denklemde  $I(Q) = Q - S(Q)$  ve  $L(Q) = E(D) - S(Q)$  eşitlikleri yerine konulup düzenleme yapıldığında aşağıdaki perakendeci kâr fonksiyonu elde edilir.

$$\pi_r(Q, w) = (r + g_r - s)S(Q) - (w + c_r - s)Q - g_r E(D)$$

Benzer şekilde imalatçı için kâr fonksiyonu yazıldığında

İmalatçının Kârı ( $\pi_m(Q)$ ) = İmalat Satış Geliri – Prestij Maliyeti – İmalat Maliyeti

$$\pi_m(Q, w) = wQ - g_m L(Q) - c_m Q$$

Bu denklemde,  $L(Q) = E(D) - S(Q)$  eşitliği yerine konulup düzenleme yapıldığında aşağıdaki imalatçı kâr fonksiyonu elde edilir.

$$\pi_m(Q, w) = g_m S(Q) + (w - c_m)Q - g_m E(D)$$

Tedarik zincirinin toplam kâr fonksiyonu  $\Pi(Q, w) = \pi_r(Q, w) + \pi_m(Q, w)$  denkleminde,

$$\Pi(Q, w) = (r - s + g)S(Q) - (c - s)Q - gE(D)$$

olarak elde edilir.

Perakendeci, imalatçının toptan satış fiyatı ( $w$ ) bilgisine sahip olduğu için kendi kâr maksimizasyonunu sağlayacak sipariş miktarını belirleyecektir. Bu miktar  $Q_r^*$  olarak gösterilsin.  $\pi_r(Q)$  fonksiyonunun,  $Q$ 'ya göre türevi alınıp 0'a eşitlenirse,

$$S'(Q_r^*) = \frac{w + c_r - s}{r + g_r - s} \Rightarrow F(Q_r^*) = 1 - \frac{w + c_r - s}{r + g_r - s}$$

eşitliği elde edilir. Merkezi tedarik zinciri için kâr maksimizasyonunu sağlayacak sipariş miktarı  $Q_{sc}^*$  olarak gösterilsin.  $\Pi(Q)$  fonksiyonunun  $Q$ 'ya göre türevi alınıp 0'a eşitlenirse,

$$S'(Q_{sc}^*) = \frac{c - s}{r - s + g} \Rightarrow F(Q_{sc}^*) = 1 - \frac{c - s}{r - s + g}$$

eşitliği elde edilir. Perakendecinin kâr maksimizasyonu sağlayan  $Q_r^*$  ve toplam tedarik zincirinin kâr maksimizasyonunu sağlayan  $Q_{sc}^*$  ile ilgili eşitlikler kıyaslandığında,

$$S'(Q_{sc}^*) = \frac{c - s}{r - s + g} \neq S'(Q_r^*) = \frac{w + c_r - s}{r + g_r - s}$$

birbirlerine eşit olmadığı görülmektedir. Bu koşullarda, toplam satış kontratının tedarik zinciri koordinasyonunu sağlamakta başarılı değildir.

Perakendeci toplam tedarik zincirini koordine edecek  $Q_{sc}^*$  miktarını sipariş etmemektedir. Bunun sebebi toptan satış fiyatı ( $w$ ) nin mevcut değeridir. Perakendecinin tedarik zinciri koordinasyonu için gerekli sipariş miktarını belirlemesi için toptan satış fiyatının aşağıdaki eşitliği sağlaması gerekmektedir:

$$\frac{c - s}{r - s + g} = \frac{w + c_r - s}{r + g_r - s}$$

Optimum sipariş durumunda tüm talebin karşılanacağı bu durumda prestij maliyeti ( $g$ ) nin 0 olacağı ve  $c = c_m + c_r$  eşitliklerini denklemde düzenlediğimizde tedarik zinciri kârını optimize edecek sipariş miktarı için  $w = c_m$  olmalıdır. Bu durumda, toptan satış kontratı ile tedarik zincirinin koordine olabilmesi için, imalatçı perakendeciye ürünü maliyetine satmalıdır. Dolayısı ile toptan satış kontratı bir koordinasyon kontratı değildir.

### 3.2.2 Geri Alım Kontratı (Buyback Contract)

Geri alım kontratı, pratikte de sıklıkla kullanılan kontrat tiplerinden biridir. Bu kontratın içeriği, dönem sonunda satılamayıp elde kalan stok maliyetinin, imalatçı ve perakendeci arasındaki anlaşmaya göre paylaşımı esasına dayanmaktadır. Ürünün imalatçısı, satılamayan stoğun riskini paylaşma teklifi ile perakendecinin daha fazla miktarda sipariş etmesini sağlamaya çalışmaktadır.

Geri alım kontrat tipi ile ilgili Pasternack (1985) tarafından yapılan çalışmalarda, geri alım koşulu ile ilgili üç farklı varyasyon üzerinde durulmaktadır:

- Birinci durumda, imalatçı, dönem sonu stoğunun tamamını, tam değerinde geri alacaktır. Bu kontrat yapısında, tüm risk imalatçıda birikecek, perakendecinin

hiçbir riski bulunmayacaktır. Bu koşullarda, sipariş miktarı tedarik zincirini koordine edecek seviyenin altında olmaktadır.

- İkinci durumda, imalatçı dönem sonu stoğunun belli bir oranını, tam değerinde geri alacaktır. Bu durumda perakendeci kısmı olarak riskini azaltmış olacaktır. Bu geri alım tek perakendeci içeren bir tedarik zincirinde optimum sipariş miktarına izin verebilecek bir varyasyon olmakla birlikte, birden fazla perakendeci içeren bir yapıda optimum sonuçlar verememektedir.
- Üçüncü durumda, imalatçı dönem sonu stoğunu tamamını, değerinin altında bir fiyatla geri alacaktır. Bu yapıdaki bir geri alım kontratı hem tek perakende, hem de birden fazla perakendeci içeren tedarik zincirlerine uygulanabilmektedir.

Geri alım kontratına ait model varsayımları toptan satış kontratı ile aynıdır. Tedarik zinciri, imalatçı ve perakendeciden oluşmaktadır. Kontratların tarafları nötr risk alıcı ve kendi kârlarını maksimize etmeye çalışmaktadır. Kontrat, stokastik talep yapısına sahip bir ürünün, bir satış dönemi için düzenlenmektedir. Modele ait parametreler aşağıdaki Tablo 3.2.'de tanımlanmıştır.

Tablo 3.2. Geri Alım Kontratı Modeli Parametreleri

| Parametre | Açıklaması                                                |
|-----------|-----------------------------------------------------------|
| $r$       | Ürünün Perakende Fiyatı                                   |
| $c_m$     | İmalatçının Marjinal Maliyeti                             |
| $c_r$     | Perakendecinin Marjinal Maliyeti                          |
| $g_m$     | İmalatçının Prestij Maliyeti                              |
| $g_r$     | Perakendecinin Prestij Maliyeti                           |
| $s$       | Birim Hurda Değeri                                        |
| $w$       | Toptan Satış Fiyatı                                       |
| $c$       | $= c_m + c_r$<br>Tedarik Zinciri Toplam Marjinal Maliyeti |
| $g$       | $= g_m + g_r$<br>Tedarik Zinciri Toplam Prestij Maliyeti  |
| $R$       | Geri Alım Miktarı Oranı                                   |
| $\beta$   | Geri Alım Fiyatı                                          |
| $D$       | $D > 0$<br>Ürünün Gerçekleşen Talebi                      |



|        |                                  |
|--------|----------------------------------|
| $E(D)$ | Talebin Beklenen Değeri          |
| $Q$    | Sipariş Miktarı                  |
| $S(Q)$ | Beklenen Satış Miktarı           |
| $I(Q)$ | Beklenen Satılmayan Stok Miktarı |
| $L(Q)$ | Beklenen Satış Kaybı Miktarı     |

Geri alım kontratında  $R$ , dönem sonu elde kalan stoğun, imalatçı tarafından geri alınacak miktar oranını ve  $\beta$ , geri alım fiyatı olarak, modele dahil olmaktadır.

Geri alım kontratı modelinde bu parametrelere göre incelenecek beş farklı durum ortaya çıkmaktadır (Pasternack, 1985, s. 136 -137):

1. Geri alım olmaması (  $R=0$ ;  $\beta =0$ )
2. Tam geri alım ( $R=1$ ;  $\beta =w$ )
3. Kısmi fiyatla tam geri alım ( $R=1$ ;  $s < \beta < w$ )
4. Tam fiyatla kısmi geri alım ( $0 < R < 1$ ;  $\beta = w$ )
5. Kısmi fiyatla kısmi geri alım ( $0 < R < 1$ ;  $s < \beta < w$ )

İlk durumda, (  $R=0$ ;  $\beta =0$ ) koşulunda, geri alım olmayacağı için, kontratın içeriği ve modelin çözümlemesi, toptan satış kontratından farklı değildir.

İkinci durumda, ( $R=1$ ;  $\beta =w$ ) koşulunda, bütün risk imalatçı üzerindedir. Bu durumda perakendeci, tedarik zincirini koordine edecek optimum sipariş miktarını belirlemek için gerekli çabayı göstermemektedir. Perakendecinin, dönem sonu stoğunu azaltmak gibi bir problemi olmadığı için olabildiğince fazla miktarda sipariş verme eğilimindedir.

Üçüncü, dördüncü ve beşinci durumlarda tedarik zinciri koordinasyonu sağlanabilmektedir. Bu durumlara ilişkin model kurulumu aşağıda ayrı ayrı açıklanmaktadır.

Geri alım kontratında, perakendecinin imalatçıya yapacağı ödeme tutarı  $T_B$  olsun.

$$T_B(Q, w, \beta, R) = wQ - \beta RI(Q)$$

Perakendeci kâr fonksiyonlarında, geri alım kontratı ödeme tutarı,  $T_B$  fonksiyonda yerine konulursa,

Perakendecinin Kârı ( $\pi_r(Q)$ ) = Perakende Satış Geliri + Hurda Geliri – Prestij Maliyeti – Perakende Maliyeti – Toplam Ödeme Tutarı

$$\pi_r(Q, w, \beta, R) = rS(Q) + s(1 - R)I(Q) - g_rL(Q) - c_rQ - (wQ - \beta RI(Q))$$

Yukardaki denklemde  $I(Q) = Q - S(Q)$  ve  $L(Q) = E(D) - S(Q)$  eşitliği yerine konulup düzenleme yapıldığında aşağıdaki perakendeci kâr fonksiyonu elde edilir.

$$\pi_r(Q, w, \beta, R) = [r + g_r - R(\beta - s) - s]S(Q) - [w + c_r - R(\beta - s) - s]Q - g_r E(D)$$

Bu eşitlik yukarda bahsedilen farklı geri alım senaryolarının analizinde kullanılacaktır.

Üçüncü durumda, yani kısmi fiyatla, tam geri alım ( $R=1$ ;  $s < \beta < w$ ) koşullarında, perakendecinin kâr fonksiyonu aşağıdaki eşitlikle ifade edilebilir:

$$\pi_r(Q, w, \beta) = [r + g_r - \beta]S(Q) - [w + c_r - \beta]Q - g_r E(D)$$

Perakendecinin kârını maksimize edecek, optimum sipariş miktarı  $Q_r^*$  bulmak için, bu fonksiyonun türevi alınıp 0'a eşitlendiğinde aşağıdaki eşitlik elde edilecektir.

$$S'(Q_r^*) = \frac{w + c_r - \beta}{r + g_r - \beta}$$

Bu eşitliği, toptan satış kontratında elde edilen, perakendecinin sipariş miktarı ve merkezi tedarik zincirini koordine edecek sipariş miktarı ile kıyaslandığında,  $\beta > s$  olduğundan dolayı,

$$S'(Q_{sc}^*) = \frac{c - s}{r - s + g} < S'_\beta(Q_r^*) = \frac{w + c_r - \beta}{r + g_r - \beta} < S'_w(Q_r^*) = \frac{w + c_r - s}{r + g_r - s}$$

Yukardaki eşitsizlikten, geri alım kontratı altında perakendecinin kâr maksimumunu sağlayan optimum sipariş miktarı, toptan fiyat kontratındaki perakendecinin sipariş miktarından büyük olacaktır.

Dördüncü durumda, yani tam fiyatla kısmi geri alım ( $0 < R < 1$ ;  $\beta = w$ )

koşullarında, perakendecinin kâr fonksiyonu aşağıdaki eşitlikle ifade edilebilir:

$$\pi_r(Q, w, R) = [r + g_r - R(w - s) - s]S(Q) - [w + c_r - R(w - s) - s]Q - g_r E(D)$$

Perakendecinin kârını maksimize edecek, optimum sipariş miktarı  $Q_r^*$  bulmak için, bu fonksiyonun türevi alınıp 0'a eşitlendiğinde aşağıdaki eşitlik elde edilecektir.

$$S'(Q_r^*) = \frac{w + c_r - s - R(w - s)}{r + g_r - s - R(w - s)}$$

Bu eşitliği, toptan satış kontratında elde edilen, perakendecinin sipariş miktarı ve merkezi tedarik zincirini koordine edecek sipariş miktarı ile kıyaslandığında,  $0 < R < 1$  ve  $w > s$  olduğundan dolayı,

$$S'_B(Q_r^*) = \frac{w + c_r - s - R(w - s)}{r + g_r - s - R(w - s)} < S'_W(Q_r^*) = \frac{w + c_r - s}{r + g_r - s}$$

Yukardaki eşitsizlikten, geri alım kontratı için perakendecinin optimum sipariş miktarı, toptan fiyat kontratındaki perakendecinin sipariş miktarından büyük olacaktır.

Son olarak beşinci durumda, kısmi fiyatla kısmi geri alım ( $0 < R < 1$ ;  $s < \beta < w$ ) koşullarında, perakendecinin kâr fonksiyonu yukarda tüm parametreleri ve ihtimalleri içeren kâr fonksiyonudur:

$$\pi_r(Q, w, \beta, R) = [r + g_r - R(\beta - s) - s]S(Q) - [w + c_r - R(\beta - s) - s]Q - g_r E(D)$$

Perakendecinin kârını maksimize edecek, optimum sipariş miktarı  $Q_r^*$  bulmak için, bu fonksiyonun türevi alınıp 0'a eşitlendiğinde aşağıdaki eşitlik elde edilecektir.

$$S'(Q_r^*) = \frac{w + c_r - s - R(\beta - s)}{r + g_r - s - R(\beta - s)}$$

Beşinci durumda da,  $0 < R$ ;  $s < \beta$  koşulları göz önüne alındığında, geri alım kontratı için perakendecinin optimum sipariş miktarı, toptan fiyat kontratındaki perakendecinin sipariş miktarından büyük olacaktır.

Sonuç olarak, geri alım kontrat türünde yukarda açıklanan üç durum için de tanımlanan parametrelerle, tedarik zincirinin koordinasyonun sağlanmasında, toptan satış kontratına göre daha iyi sonuçlar vermektedir. Ancak sözleşmenin avantajı yanında, uygulama açısından yönetsel maliyetler doğurması dezavantaj olarak ortaya çıkmaktadır. Literatürde geri alım kontrat çalışmaları sıklıkla üçüncü durumda tarif edilen kısmi fiyatla tam geri alım ( $R=1$ ;  $s < \beta < w$ ) koşullarında yürütülmektedir.

### 3.2.3. Gelir Paylaşımı Kontratı (Revenue Sharing Contract)

Gelir paylaşımı kontratı, yüksek toptan satış fiyatı olan ürünler için genellikle kiralık ürün sektöründe kullanılmış ve tedarik zinciri koordinasyonu konusunda başarı sağlayan bir kontrat tipi olarak kabul görmüştür. Gelir paylaşımı kontratına göre, perakendeci imalatçıya satın aldığı her ürün için bir toptan satış fiyatı ödemektedir. Bu fiyat, ürünün normal satış fiyatının altında bir değerdir. Buna karşılık, perakendeci dönem sonu elde ettiği toplam gelirin bir kısmını, daha önce anlaştıkları oranda imalatçıyla paylaşmaktadır. Bu durumda perakendeci daha fazla ürün sipariş ederek, toplam tedarik zinciri performansını artırmaktadır. Gelir paylaşımı kontratı üzerine Cachon ve Lariviere (2005) tarafından yapılan çalışmada, bu kontrat tipinin bazı kısıtlarından söz edilmiştir:

- Bu kontrat tipi yönetsel maliyetler ve zorluklar içermektedir. Özellikle imalatçının, perakendecinin şeffaf olmama durumunda ne kadar gelir elde ettiği bilgisine sahip olması, bunun için ayrıca çaba sarf etmesi zor ve maliyetli görülmektedir.
- Perakendeci tarafında ise, beklenen gelirin elde edilmesi için gereken reklam ve promosyon maliyetlerinin imalatçıya yansıtılabilmesi mümkün görünmemektedir. Bu durumda toptan satış kontratına göre daha fazla maliyetler ortaya çıkmakta ve koordinasyonu sağlamada problemler ortaya çıkabilmektedir.
- Özellikle rekabetin fazlaca olduğu sektörlerde, bütün şartların perakendeciye ve onun rekabet ettiği rakiplerin aksiyonuna bağlı olduğu durumlarda koordinasyon sağlanamamaktadır.

Gelir paylaşımı kontrat modeline ilişkin varsayımlar daha önce açıklanan kontrat tipleri ile aynıdır. Tedarik zinciri, imalatçı ve perakendeciden oluşmakta, taraflar nötr risk alıcıdır. Kontrat, stokastik talep yapısına sahip bir ürün satışına ilişkin ve bir satış dönemi için düzenlenmektedir. Modele ait parametreler aşağıdaki Tablo 3.3.'de tanımlanmıştır.

Tablo 3.3. Gelir Paylaşımı Kontratı Modeli Parametreleri

| Parametre | Açıklaması                                                |
|-----------|-----------------------------------------------------------|
| $r$       | Ürünün Perakende Fiyatı                                   |
| $c_m$     | İmalatçının Marjinal Maliyeti                             |
| $c_r$     | Perakendecinin Marjinal Maliyeti                          |
| $g_m$     | İmalatçının Prestij Maliyeti                              |
| $g_r$     | Perakendecinin Prestij Maliyeti                           |
| $s$       | Birim Hurda Değeri                                        |
| $w$       | Toptan Satış Fiyatı                                       |
| $c$       | $= c_m + c_r$<br>Tedarik Zinciri Toplam Marjinal Maliyeti |
| $g$       | $= g_m + g_r$<br>Tedarik Zinciri Toplam Prestij Maliyeti  |
| $\varphi$ | Perakendecinin Gelir Paylaşım Oranı                       |
| $D$       | $D > 0$<br>Ürünün Gerçekleşen Talebi                      |

|        |                                  |
|--------|----------------------------------|
| $E(D)$ | Talebin Beklenen Değeri          |
| $Q$    | Sipariş Miktarı                  |
| $S(Q)$ | Beklenen Satış Miktarı           |
| $I(Q)$ | Beklenen Satılmayan Stok Miktarı |
| $L(Q)$ | Beklenen Satış Kaybı Miktarı     |

Gelir paylaşımı kontratında,  $\varphi$  perakendecinin kendisinde kalan gelir paylaşım oranını göstermektedir. Buna göre  $(1 - \varphi)$  ise imalatçıya düşen gelir paylaşım oranı olacaktır. Perakendeci tarafında elde edilecek toplam hurda değerinin de toplam gelire dâhil edileceği varsayımı ile perakendecinin dönem sonunda imalatçıya yapacağı ödeme tutarı  $T_R$  olsun. Bu durumda,

$$\begin{aligned}
 T_R(Q, w, \varphi) &= wQ + (1 - \varphi)rS(Q) + (1 - \varphi)s I(Q) \\
 &= wQ + (1 - \varphi)rS(Q) + (1 - \varphi)s (Q - S(Q)) \\
 &= (w + (1 - \varphi)s)Q + (1 - \varphi)(r - s)S(Q)
 \end{aligned}$$

olacaktır. Gelir paylaşımı kontrat modeline göre perakendeci kâr fonksiyonunda, gelir paylaşımı kontratı ödeme tutarı,  $T_R$  fonksiyonunda yerine konulursa,

Perakendecinin Kârı ( $\pi_r(Q)$ ) = Perakende Satış Geliri + Hurda Geliri – Prestij Maliyeti – Perakende Maliyeti – Toplam Ödeme Tutarı

$$\begin{aligned}
 \pi_r(Q, w, \varphi) &= rS(Q) + sI(Q) - g_r L(Q) - c_r Q - [(w + (1 - \varphi)s)Q \\
 &\quad + (1 - \varphi)(r - s)S(Q)]
 \end{aligned}$$

Ana denklemde  $I(Q) = Q - S(Q)$  ve  $L(Q) = E(D) - S(Q)$  eşitliği yerine konulup düzenleme yapıldığında aşağıdaki perakendeci kâr fonksiyonu elde edilir.

$$\pi_r(Q, w, \varphi) = (\varphi(r - s) + g_r)S(Q) - (w + c_r - \varphi s)Q - g_r E(D)$$

Benzer şekilde imalatçı için kâr fonksiyonu yazıldığında,

İmalatçının Kârı ( $\pi_m(Q)$ ) = İmalat Satış Geliri – Prestij Maliyeti – İmalat Maliyeti

$$\pi_m(Q, w, \varphi) = (w + (1 - \varphi)s)Q + (1 - \varphi)(r - s)S(Q) - g_m L(Q) - c_m Q$$

Bu denklemde,  $L(Q) = E(D) - S(Q)$  eşitliği yerine konulup düzenleme yapıldığında aşağıdaki imalatçı kâr fonksiyonu elde edilir.

$$\pi_m(Q, w, \varphi) = [(1 - \varphi)(r - s) + g_m]S(Q) + (w + (1 - \varphi)s - c_m)Q - g_m E(D)$$

Perakendeci ve imalatçı için elde edilen kâr fonksiyonlarında  $\varphi = 1$  koşulunda, kontratın toptan satış kontratına dönüştüğü görülmektedir.

Tedarik zincirinin toplam kâr fonksiyonu  $\Pi(Q) = \pi_r(Q) + \pi_m(Q)$  denkleminde,

$$\Pi(Q) = (r - s + g)S(Q) - (c - s)Q - gE(D)$$

Perakendecinin kârını maksimize edecek, optimum sipariş miktarı  $Q_r^*$  bulmak için,

$$\pi_r(Q, w, \varphi) = (\varphi(r - s) + g_r)S(Q) - (w + c_r - \varphi s)Q - g_rE(D)$$

fonksiyonun türevi alınıp 0'a eşitlendiğinde aşağıdaki eşitlik elde edilecektir.

$$S'(Q_r^*) = \frac{w + c_r - \varphi s}{\varphi(r - s) + g_r}$$

Gelir paylaşımı kontrat tipi için perakendecinin optimum sipariş miktarını toptan satış kontratı sipariş miktarı ile kıyaslandığında, muhakemeyi kolaylaştırmak için prestij maliyeti ve hurda değerinin olmadığını varsaydığımızda,

$$S'_R(Q_r^*) = \frac{w + c_r - \varphi s}{\varphi(r - s) + g_r} < S'_W(Q_r^*) = \frac{w + c_r - s}{r + g_r - s}$$

olacaktır. Gelir paylaşımı kontratı için perakendecinin optimum sipariş miktarı, toptan fiyat kontratındaki perakendecinin sipariş miktarından büyük olacaktır. Tedarik zincirinin performansını artırmada gelir paylaşımı kontratı daha başarılı bir sonuç ortaya koymaktadır.

Merkezi tedarik zincirinin optimum sipariş miktarı  $S'(Q_{sc}^*)$  için imalatçının perakendeciye satış fiyatı  $w_R$  olsun. Bu satış fiyatını bulmak için, prestij maliyeti olmadığı varsayımı ile  $S'(Q_{sc}^*)$  ile  $S'_R(Q_r^*)$  eşitlikleri kullanılırsa,

$$S'(Q_{sc}^*) = \frac{c - s}{r - s + g} = S'_R(Q_r^*) = \frac{w_R + c_r - \varphi s}{\varphi(r - s) + g_r}$$

$$w_R = \varphi c - c_r$$

elde edilir. Bu eşitlikte  $\varphi < \frac{c_r}{c}$  koşulunda, imalatçı perakendeci ile iş yapabilmek için negatif toptan satış fiyatı önermelidir. Bu koşullarda koordinasyonun sağlanması için imalatçının kendi marjinal maliyetinin altında, yani zararına ürün satarken, elde edilecek toplam gelirden alacağı pay ile kazanç sağlamaktadır (Cachon and Lariviere, 2005, s. 32-33).

### 3.2.4 Miktar Esnekliği Kontratı (Quantity Flexibility Contract)

Miktar esnekliği kontratında, imalatçı perakendeciye toptan satış fiyatı ile ürün satmaktadır. Dönem sonunda perakendeci, elde kalan stoğun bir kısmını belli bir bedel üzerinden imalatçıdan tazmin etmektedir. Bir başka deyişle imalatçı perakendeciye miktar kredisi sunmaktadır. Kontratın detayında, imalatçı ile perakendeci arasında sipariş

miktarı ve esneklik oranının bir çarpanı olarak miktar esnekliği belirlenmiştir. Kontrata göre perakendeci, satış sezonunda kalan ürünlerin, miktar esnekliği kadarı için imalatçıdan bir bedel alacaktır. Bu bedel ürünün toptan alış fiyatı ve perakendecinin birim maliyetinden toplamından ürünün hurda değerinin düşmüş halidir. Bu kontrat koşullarında, perakendeci, sipariş miktarını daha fazla belirleyerek, tedarik zinciri performansını artıracaktır (Cachon, 2003, s. 248).

Miktar esnekliği kontrat modeline ilişkin varsayımlar daha önce açıklanan kontrat tipleri ile aynıdır. Tedarik zinciri, imalatçı ve perakendeciden oluşmakta, taraflar nötr risk alıcıdır. Kontrat, stokastik talep yapısına sahip bir ürün satışına ilişkin ve bir satış dönemi için düzenlenmektedir. Modele ait parametreler aşağıdaki Tablo 3.4 tanımlanmıştır.

Tablo 3.4. Miktar Esnekliği Kontratı Modeli Parametreleri

| Parametre |               | Açıklaması                               |
|-----------|---------------|------------------------------------------|
| $r$       | $c < r$       | Ürünün Perakende Fiyatı                  |
| $c_m$     |               | İmalatçının Marjinal Maliyeti            |
| $c_r$     |               | Perakendecinin Marjinal Maliyeti         |
| $g_m$     |               | İmalatçının Prestij Maliyeti             |
| $g_r$     |               | Perakendecinin Prestij Maliyeti          |
| $s$       | $s < c$       | Birim Hurda Değeri                       |
| $w$       |               | Toptan Satış Fiyatı                      |
| $c$       | $= c_m + c_r$ | Tedarik Zinciri Toplam Marjinal Maliyeti |
| $g$       | $= g_m + g_r$ | Tedarik Zinciri Toplam Prestij Maliyeti  |
| $\delta$  |               | Perakendecinin Sipariş Esneklik Oranı    |
| $D$       | $D > 0$       | Ürünün Gerçekleşen Talebi                |
| $E(D)$    |               | Talebin Beklenen Değeri                  |
| $Q$       |               | Sipariş Miktarı                          |
| $S(Q)$    |               | Beklenen Satış Miktarı                   |
| $I(Q)$    |               | Beklenen Satılmayan Stok Miktarı         |
| $L(Q)$    |               | Beklenen Satış Kaybı Miktarı             |

Dönem sonunda imalatçının perakendecinin elinde kalan stok için ödeyeceği birim bedel  $P$  olsun. Bu durum da  $P = w + c_r - s$  eşitliği ile ifade edilecektir.

Miktar esnekliği kontratında perakendecinin dönem sonunda imalatçıya yapacağı ödeme tutarı  $T_F$  olsun. Bu durumda,

$$\begin{aligned} T_F(Q, w, \delta) &= wQ - P \min[I(Q), \delta Q] \\ &= wQ - (w + c_r - s) \int_{(1-\delta)Q}^Q F(y) dy \end{aligned}$$

Bu durumda miktar esnekliği kontratı altında, perakendeciye ait kâr fonksiyonu eşitliği yazılabilir.

Perakendecinin Kârı ( $\pi_r(Q)$ ) = Perakende Satış Geliri + Hurda Geliri – Prestij Maliyeti – Perakende Maliyeti – Toplam Ödeme Tutarı

$$\begin{aligned} \pi_r(Q, w, \delta) &= rS(Q) + sI(Q) - g_r L(Q) - c_r Q - [wQ \\ &\quad - (w + c_r - s) \int_{(1-\delta)Q}^Q F(y) dy] \end{aligned}$$

Yukardaki denklemde  $I(Q) = Q - S(Q)$  ve  $L(Q) = E(D) - S(Q)$  eşitliği yerine konulup, düzenleme yapıldığında aşağıdaki perakendeci kâr fonksiyonu elde edilir.

$$\begin{aligned} \pi_r(Q, w, \delta) &= (r + g_r - s)S(Q) - (w + c_r - s)Q + (w + c_r - s) \int_{(1-\delta)Q}^Q F(y) dy \\ &\quad - g_r E(D) \end{aligned}$$

Perakendecinin kârını maksimize edecek, optimum sipariş miktarı  $Q_r^*$  bulmak için, fonksiyonun türevi alınıp 0'a eşitlendiğinde aşağıdaki eşitlik elde edilecektir.

$$S'(Q_r^*) = \frac{(w + c_r - s)[1 - F(Q_r^*) + (1 - \delta)F((1 - \delta)Q_r^*)]}{r + g_r - s}$$

Miktar esnekliği kontratı için perakendecinin optimum sipariş miktarını toptan satış kontratı sipariş miktarı ile kıyaslandığında,

$$S'_F(Q_r^*) = \frac{(w + c_r - s)[1 - F(Q_r^*) + (1 - \delta)F((1 - \delta)Q_r^*)]}{r + g_r - s} < S'_W(Q_r^*) = \frac{w + c_r - s}{r + g_r - s}$$

olacaktır. Miktar esnekliği kontratı için perakendecinin optimum sipariş miktarı, toptan fiyat kontratındaki perakendecinin sipariş miktarından büyük olacaktır. Tedarik zinciri performansını artırmada miktar esnekliği kontratı başarılı bir sonuç ortaya koymaktadır.



### 3.2.5 Satış İndirimi Kontratı (Sales Rebate Contract)

Satış indirimi kontratında, imalatçı perakendeciye toptan satış fiyatı ile ürün satmaktadır. Dönem sonunda, belirlenen satış hedefine ulaşılması durumunda imalatçı perakendeciye, satış hedefinin üzerinde kalan sipariş miktarı için indirim yapacaktır. Bu indirim hedef miktarın yakalanması durumunda, hedefi aşan her bir sipariş âdeti için ödeme şeklinde yapılmaktadır. Perakendeci satış hedefini yakalayıp, indirim alabilmek için daha fazla sipariş verme eğiliminde olacaktır. Böylece tedarik zinciri performansı artırılmış olacaktır (Taylor, 2002, s. 995).

Satış indirimi kontrat modeline ilişkin varsayımlar daha önce açıklanan kontrat tipleri ile aynıdır. Tedarik zinciri, imalatçı ve perakendeciden oluşmakta, taraflar nötr risk alıcıdır. Kontrat, stokastik talep yapısına sahip bir ürün satışına ilişkin ve bir satış dönemi için düzenlenmektedir. İmalatçı, ürünün satış fiyatı, hedef satış miktarı ve indirim miktarını belirlemektedir.

Modele ait parametreler aşağıdaki Tablo 3.5.'de tanımlanmıştır.

Tablo 3.5. Satış İndirimi Kontratı Modeli Parametreleri

| Parametre |               | Açıklaması                               |
|-----------|---------------|------------------------------------------|
| $r$       | $c < r$       | Ürünün Perakende Fiyatı                  |
| $c_m$     |               | İmalatçının Marjinal Maliyeti            |
| $c_r$     |               | Perakendecinin Marjinal Maliyeti         |
| $g_m$     |               | İmalatçının Prestij Maliyeti             |
| $g_r$     |               | Perakendecinin Prestij Maliyeti          |
| $s$       | $s < c$       | Birim Hurda Değeri                       |
| $w$       |               | Toptan Satış Fiyatı                      |
| $c$       | $= c_m + c_r$ | Tedarik Zinciri Toplam Marjinal Maliyeti |
| $g$       | $= g_m + g_r$ | Tedarik Zinciri Toplam Prestij Maliyeti  |
| $\rho$    |               | Satış İndirimi                           |
| $t$       |               | Satış Hedefi Miktarı                     |
| $D$       | $D > 0$       | Ürünün Gerçekleşen Talebi                |
| $E(D)$    |               | Talebin Beklenen Değeri                  |
| $Q$       |               | Sipariş Miktarı                          |
| $S(Q)$    |               | Beklenen Satış Miktarı                   |
| $I(Q)$    |               | Beklenen Satılamayan Stok Miktarı        |
| $L(Q)$    |               | Beklenen Satış Kaybı Miktarı             |

Satış indirimi kontratında perakendecinin dönem sonunda imalatçıya yapacağı toplam ödeme tutarı  $T_S$  olsun. Bu durumda,

$$T_S(Q, w, \rho, t) = \begin{cases} wQ, & Q < t \\ wQ - \rho [(Q - t) - \int_t^Q F(y)dy], & Q \geq t \end{cases}$$

Perakendeci hedef satış miktarının altında bir sipariş miktarı belirlerse, toptan satın alma tutarı ( $wQ$ ) kadar ödeme yapmaktadır. Hedef satış miktarının üzerinde bir sipariş miktarı belirlerse, sipariş miktarının hedef miktarın üzerinde kalan kısmı için satış indirimi  $\rho(Q - t)$  düşülecek ve ancak bu indirim tutarına, elde kalan stok miktarı dahil olmayacaktır (Cachon, 2003, s. 252).

Bu durumda satış indirimi kontratı altında, perakendeciye ait kâr fonksiyonu eşitliği yazılabilir.

Perakendecinin Kârı ( $\pi_r$ ) = Perakende Satış Geliri + Hurda Geliri – Prestij Maliyeti – Perakende Maliyeti – Toplam Ödeme Tutarı

$$\pi_r(Q, w, \rho, t) = rS(Q) + sI(Q) - g_rL(Q) - c_rQ - T_S(Q, w, \rho, t)$$

Yukardaki denklemde  $I(Q) = Q - S(Q)$  ve  $L(Q) = E(D) - S(Q)$  eşitliği yerine konulup düzenleme yapıldığında aşağıdaki perakendeci kâr fonksiyonu elde edilir.

$$\pi_r(Q, w, \rho, t) = (r + g_r - s)S(Q) - (c_r - s)Q - T_S(Q, w, \rho, t) - g_rE(D)$$

Perakendecinin kârını maksimize edecek, optimum sipariş miktarı  $Q_r^*$  bulmak için, fonksiyonun türevi alınıp 0'a eşitlendiğinde aşağıdaki eşitlik elde edilecektir.

$$S'(Q_r^*) = \frac{T'_S(Q, w, \rho, t) + c_r - s}{r + g_r - s}$$

$Q < t$  koşulunda ve  $Q = t$  durumlarında,  $T'_S(Q, w, \rho, t) = w$  olacağı için satış indirimi kontratı, toptan satış kontratına dönüşecektir. Bu durumda tedarik zinciri koordinasyonu  $Q > t$  durumu için mümkün olabilmektedir. Bu koşula göre,

$$S'(Q_r^*) = \frac{w + c_r - s}{r + g_r + \rho - s}$$

eşitliği elde edilir. Satış indirimi kontratı için perakendecinin optimum sipariş miktarını toptan satış kontratı sipariş miktarı ile kıyaslandığında,

$$S'_S(Q_r^*) = \frac{w + c_r - s}{r + g_r + \rho - s} < S'_W(Q_r^*) = \frac{w + c_r - s}{r + g_r - s}$$

Satış indirimi kontratı için perakendecinin optimum sipariş miktarı, toptan fiyat kontratındaki perakendecinin sipariş miktarından büyük olacaktır. Tedarik zincirinin performansını artırmada satış indirimi kontratı daha başarılı bir sonuç ortaya koymaktadır.

### 3.2.6 Miktar İndirimi Kontratı (Quantity Discount Contract)

Miktar indirimi tipi kontratının pek çok türü bulunmaktadır. Bu başlık altında, tüm alım miktarları için geçerli olan ( all-unit ) miktar indirimi kontratı açıklanacaktır. Miktar indirimi kontratına göre, perakendeci, imalatçının kendisine sattığı her ürün için bir indirim almaktadır. Bu indirim ürünün toptan satın alma fiyatına yansıtılmaktadır. Sipariş miktarı arttıkça ürünün toptan satış fiyatı azalmaktadır. Perakendeci daha fazla indirim almak için sipariş miktarını artırma eğilimi göstermektedir. Sipariş miktarının artması ile toplam tedarik zinciri performansı artmaktadır (Cachon, 2003, s. 254).

Miktar indirimi kontrat modeline ilişkin varsayımlar daha önce açıklanan kontrat tipleri ile aynıdır. Tedarik zinciri, imalatçı ve perakendeciden oluşmakta, taraflar nötr risk alıcıdır. Kontrat, stokastik talep yapısına sahip bir ürün satışına ilişkin ve bir satış dönemi için düzenlenmektedir. Modele ait parametreler aşağıdaki Tablo 3.6.'da tanımlanmıştır:

Tablo 3.6. Miktar İndirimi Kontratı Modeli Parametreleri

| Parametre | Açıklaması                               |
|-----------|------------------------------------------|
| $r$       | Ürünün Perakende Fiyatı                  |
| $c_m$     | İmalatçının Marjinal Maliyeti            |
| $c_r$     | Perakendecinin Marjinal Maliyeti         |
| $g_m$     | İmalatçının Prestij Maliyeti             |
| $g_r$     | Perakendecinin Prestij Maliyeti          |
| $s$       | Birim Hurda Değeri                       |
| $w_d$     | Toptan Satış Fiyatı                      |
| $c$       | Tedarik Zinciri Toplam Marjinal Maliyeti |
| $g$       | Tedarik Zinciri Toplam Prestij Maliyeti  |
| $D$       | Ürünün Gerçekleşen Talebi                |
| $E(D)$    | Talebin Beklenen Değeri                  |
| $Q$       | Sipariş Miktarı                          |
| $S(Q)$    | Beklenen Satış Miktarı                   |
| $I(Q)$    | Beklenen Satılamayan Stok Miktarı        |
| $L(Q)$    | Beklenen Satış Kaybı Miktarı             |

Miktar indirimi kontratında imalatçının perakendeciye satış fiyatı  $w_d$ , sipariş miktarının bir fonksiyonu olarak  $w_d(Q)$  olarak gösterilsin. Perakendecinin dönem sonunda imalatçıya yapacağı toplam ödeme tutarı  $T_D$  olsun. Bu durumda,

$$T_D(Q) = w_d(Q)Q$$

Bu durumda miktar indirimi kontratı için, perakendeciye ait kâr fonksiyonu eşitliği yazılabilir.

Perakendecinin Kârı ( $\pi_r$ ) = Perakende Satış Geliri + Hurda Geliri – Prestij Maliyeti – Perakende Maliyeti – Toplam Ödeme Tutarı

$$\pi_r(Q, w_d(Q)) = rS(Q) + sI(Q) - g_rL(Q) - c_rQ - w_d(Q)Q$$

Yukardaki denklemde  $I(Q) = Q - S(Q)$  ve  $L(Q) = E(D) - S(Q)$  eşitliği yerine konulup düzenleme yapıldığında aşağıdaki perakendeci kâr fonksiyonu elde edilir.

$$\pi_r(Q, w_d(Q)) = (r + g_r - s)S(Q) - (w_d(Q) + c_r - s)Q - g_rE(D)$$

Perakendeci kâr fonksiyonu için koordinasyonu sağlayacak sipariş miktarı eşitliğini belirlemek için, toptan satış fiyat fonksiyonun bir sabite eşitlenmesi gerekmektedir.  $\lambda$  toplam tedarik zinciri kârı içindeki perakendecinin oranını belirleyecek katsayı olsun.

$$w_d(Q) = ((1 - \lambda)(r + g - s) - g_s) \frac{S(Q)}{Q} + \lambda(c - s) - c_r + s$$

$w_d(Q)$  fonksiyonun yukardaki eşitliğe göre azalan olması için  $\lambda \leq (1 - \lambda)$  şartının sağlanması gerekir.

$$1 - \lambda = \frac{r + g_r - s}{r + g - s}$$

Yukardaki eşitlik denklemde yerine konulduğunda perakendecinin kâr fonksiyonu,

$$\begin{aligned} \pi_r(Q, w_d(Q)) &= \lambda(r + g - s)S(Q) - \lambda(c - s)Q - g_rE(D) \\ &= \lambda[\Pi(Q) + gE(D)] - g_rE(D) \end{aligned}$$

toplam tedarik zinciri kâr fonksiyonunun bir ifadesi şeklinde elde edilir. Tedarik zincirini koordine edecek  $Q_{SC}^*$  hem imalatçı hem de perakendeci için geçerli olacağı için toplam kâr,  $\lambda$  çarpanı ile taraflara bölüştürülecektir (Cachon, 2003, s. 255).

## **4. BÖLÜM**

### **KONTRATLARLA ÜÇ KADEMELİ TEDARİK ZİNCİRİ KOORDİNASYONU**

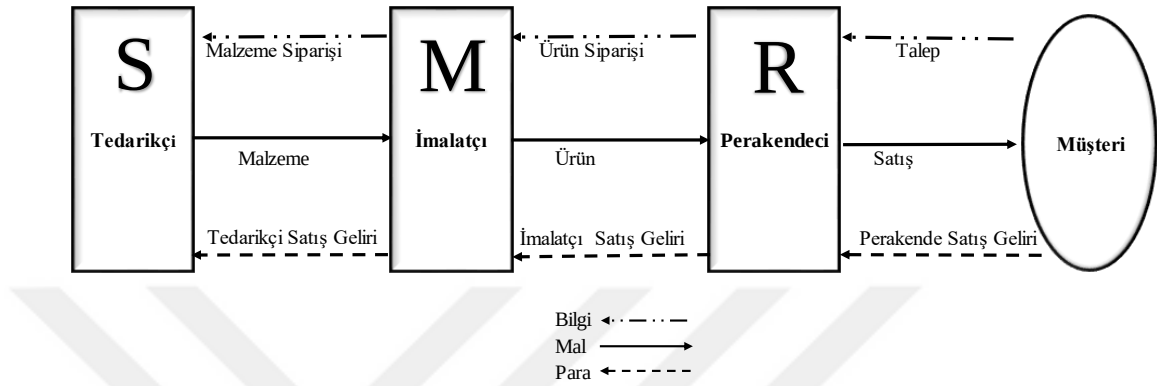
Bu bölümde, bu tezin ana inceleme konusu olan kontratlarla üç kademeli bir tedarik zincirinin koordinasyonu araştırılmaktadır. Araştırmada, gazeteci çocuk modelinin üç kademeli bir tedarik zinciri için genişletilmiş biçimi kullanılmaktadır. Modelde, tedarik zinciri temel varsayımları ve notasyonu verilerek, temel performans göstergeleri tanımlanmakta, tedarik zinciri üyelerine ait kâr fonksiyonlarının elde edilmektedir.

Üç kademe tedarik zinciri modelinin merkezkaç ve merkezi durumlarda koordinasyonu incelenmektedir. Merkezkaç ve merkezi durumda üyelere ait performans göstergelerindeki değişim ve bunların kâr fonksiyonu üzerindeki etkileri analiz edilmektedir. Merkezkaç ve merkezi durumda elde edilen teorik altyapı ile tedarik zinciri modelinin Geri Alım, Gelir Paylaşımı ve Miktar Esnekliği kontratları ile koordinasyonu incelenmektedir. Kontratlar ile koordinasyonun sağlanması için gerekli karar değişkenleri tanımlanarak, onlara ilişkin matematiksel denklemler elde edilmektedir.

#### **4.1. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Modeli**

Bu bölümde üzerinde çalışılacak üç kademeli tedarik zinciri, tek tedarikçi (S), tek imalatçı (M) ve tek perakendeciden (R) oluşmaktadır. Tedarik zincirinde, kademeler birbirine seri olarak bağlıdır. Şirketler arasındaki akış, kademe hiyerarşisine uygun olarak gerçekleşmektedir. Bilgi akışı, perakendecinin imalatçıya, imalatçının tedarikçiye sipariş

geçmesi ile sağlanmaktadır. Ürünün fiziksel hareketi, tedarikçiden imalatçıya, imalatçıdan perakendeciye doğru olmaktadır. Para transferi, bilgi akışıyla aynı yönde gerçekleşmektedir. Tedarik zinciri yapısına ait şema aşağıda Şekil 4.1 sunulmuştur.



Şekil 4.1. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Yapısı

Modele göre, işlemler sırası aşağıdaki gibi gerçekleşmektedir:

- Tedarikçi, satışını yapacağı malzeme için toptan satış fiyatını belirler ve imalatçıya bildirir. İmalatçı, üretimini yaptığı ürün için toptan satış fiyatını belirler ve perakendeciye bildirir.
- Perakendeci, ürün maliyeti, kendi maliyeti ve talep bilgisi çerçevesinde ürünün pazarda satış fiyatını belirler. Satış sezonu öncesinde, perakendeci kendi kâr maksimizasyonu sağlayacak optimum sipariş miktarını imalatçıya bildirir.
- İmalatçı, aldığı ürün siparişini tam karşılayacak miktarda malzeme sipariş eder.
- Tedarikçi, malzeme siparişini tam miktarınca teslim eder.
- İmalatçı ürünleri tam miktarında üretir ve perakendeciye teslim eder.
- Satış sezonuna girilirken ürünler müşteriye sunulur. Satış sezonunda ürün talebi ortaya çıkar ve satış gerçekleşir. Sezon sonu stoğu, perakendeci tarafından hurda değeri karşılığında eritilmektedir.
- Dönem sonunda taraflar arasında para transferleri gerçekleşir ve süreç tamamlanır.

Üç kademeli tedarik zinciri modeli parametreleri aşağıda Tablo 4.1’de tanımlanmıştır.

Tablo 4.1. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Modeli Parametreleri

| Parametre | Açıklaması                                      |        |                                  |
|-----------|-------------------------------------------------|--------|----------------------------------|
| $c_r$     | Perakendecinin Birim Marjinal Maliyeti          | $p$    | Perakende Satış Fiyatı           |
| $c_m$     | İmalatçının Birim Marjinal Maliyeti             | $Q$    | Sipariş Miktarı                  |
| $c_s$     | Tedarikçinin Birim Marjinal Maliyeti            | $D$    | Ürünün Gerçekleşen Talebi        |
| $g_r$     | Perakendecinin Birim Prestij Maliyeti           | $E(D)$ | Talebin Beklenen Değeri          |
| $g_m$     | İmalatçının Birim Prestij Maliyeti              | $S(Q)$ | Beklenen Satış Miktarı           |
| $g_s$     | Tedarikçinin Birim Prestij Maliyeti             | $I(Q)$ | Beklenen Dönem Sonu Stok Miktarı |
| $v_r$     | Perakendecinin Birim Hurda Değeri               | $L(Q)$ | Beklenen Satış Kaybı Miktarı     |
| $w_s$     | Tedarikçinin (İmalatçıya) Toptan Satış Fiyatı   |        |                                  |
| $w_m$     | İmalatçının (Perakendeciye) Toptan Satış Fiyatı |        |                                  |

Modele ilişkin varsayımlar şöyledir:

- ✓ Model tek dönem ve tek ürün için kurulmuştur.
- ✓ Pazar stokastik talep yapısına sahiptir.
- ✓ Tedarik zincirinin tüm üyeleri risk nötr ve kendi kâr maksimizasyonu için çalışmaktadır.
- ✓ İmalatçı ve tedarikçinin kapasitesi sınırsızdır.
- ✓ Dönem sonu stoğu sadece perakendecide oluşmakta ve hurda değeri karşılığı tamamıyla eritilmektedir.
- ✓ Ürünün perakende satış fiyatı, imalatçının toptan satış fiyatı ve tedarikçinin toptan satış fiyatı arasında büyükten küçüğe azalan bir ilişki vardır. ( $p > w_m > w_s$ )
- ✓ Tedarikçinin ve imalatçının toptan satış fiyatları, kendi marjinal maliyetinden büyük olmalıdır. ( $w_s > c_s$  ve  $w_m > c_m$ )

$F$ , sürekli artan, türevi alınabilir ve  $F(0)=0$  şartını sağlamak üzere ürün talebinin dağılım fonksiyonu,  $f$  talebin yoğunluk fonksiyonu olarak gösterilsin.

$S(Q)$ , beklenen satış miktarı,  $\min [Q,D]$  olmak üzere, aşağıdaki eşitlikle ifade edilebilir:

$$\begin{aligned}
S(Q) &= Q(1 - F(Q)) + \int_0^Q yf(y)dy \\
&= Q - \int_0^Q F(y)dy
\end{aligned}$$

$I(Q)$ , beklenen dönem sonu stok miktarı,

$$I(Q) = (Q - D)^+ = Q - S(Q)$$

$L(Q)$ , beklenen satış kaybı (karşılanamayan talep) miktarı,

$$L(Q) = (D - Q)^+ = E(D) - S(Q)$$

eşitlikleriyle ifade edilebilir.

Tedarik zinciri üyelerinin kâr fonksiyonlarını hesaplamak için öncelikle gerekli olan diğer performans göstergelerin tanımlanması ve açıklanması gerekmektedir. Bu performans göstergeleri, üyelerin kâr fonksiyonları için girdi niteliğindedir.

$C_r$ , perakendecinin toplam marjinal maliyeti,  $C_m$ , imalatçının toplam marjinal maliyeti ve  $C_s$ , tedarikçinin toplam marjinal maliyeti olmak üzere, toplam marjinal maliyetleri, sipariş miktarı ile birim marjinal maliyetlerinin çarpımıyla bulunabilir.

$$C_r = c_r Q, \quad C_m = c_m Q, \quad C_s = c_s Q$$

$G_r$ , perakendecinin toplam prestij maliyeti  $G_m$ , imalatçının toplam prestij maliyeti ve  $G_s$ , tedarikçinin toplam prestij maliyeti olmak üzere, toplam prestij maliyetleri, beklenen satış kaybı miktarı ile birim prestij maliyetlerinin çarpımına eşittir.

$$G_r = g_r (E(D) - S(Q)), \quad G_m = g_m (E(D) - S(Q)), \quad G_s = g_s (E(D) - S(Q))$$

$V_r$ , perakendecinin toplam hurda geliri olmak üzere,  $Q > D$  koşulunda, yani dönem sonu stoğu oluşması durumunda elde edilecektir. Hurda geliri, beklenen dönem sonu stok miktarı ile hurda değerinin çarpımına eşittir:  $V_r = v_r (Q - S(Q))$



$T_m$ , imalatçıya (perakendeciden) yapılan ödeme miktarı ve  $T_s$ , tedarikçiye (imalatçıdan) yapılan ödeme miktarı olmak üzere, sipariş miktarı ve üyelerin toptan satış fiyatlarının çarpımı ile hesaplanmaktadır.

$$T_m = w_m Q \quad , \quad T_s = w_s Q$$

$R$ , perakendecinin satış geliri olmak üzere, beklenen satış miktarı ile ürünün perakende satış fiyatının çarpımına eşittir :  $R = pS(Q)$

Yukarda tanımlanan performans göstergeleri ve eşitlikler kullanılarak tedarik zincirinin tüm üyeleri için kâr fonksiyonları elde edilebilir. Kâr fonksiyonları, gelirler ilgili eşitliklerin toplamından, maliyetler ve ödeme miktarı ile ilgili eşitliklerin farkı alınarak hesaplanabilir.

$\Pi_r$  , perakendecinin kârı olmak üzere,  $\Pi_r = R + V_r - G_r - C_r - T_m$  formülünde, eşitlikler yerine konulduğunda,

$$\Pi_r(Q) = pS(Q) + v_r(Q - S(Q)) - g_r(E(D) - S(Q)) - c_r Q - w_m Q \Rightarrow$$

$$\Pi_r(Q) = (p + g_r - v_r)S(Q) - (w_m + c_r - v_r)Q - g_r E(D)$$

Perakendeci kâr fonksiyonu sipariş miktarının bir fonksiyonu olarak elde edilmektedir.

$\Pi_m$ , imalatçının kârı olmak üzere,  $\Pi_m = T_m - G_m - C_m - T_s$  formülü ile bulunabilir.

Formülde, eşitlikler yerlerine konulduğunda, imalatçının kâr fonksiyonu sipariş miktarının bir fonksiyonu olarak aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$\Pi_m(Q) = w_m Q - g_m(E(D) - S(Q)) - c_m Q - w_s Q \Rightarrow$$

$$\Pi_m(Q) = g_m S(Q) - (w_s - w_m + c_m)Q - g_m E(D)$$

$\Pi_s$  , tedarikçinin kâr fonksiyonu olmak üzere,  $\Pi_s = T_s - G_s - C_s$  ifadesi bilinen eşitliklerle genişletildiğinde,  $\Pi_s(Q) = g_s S(Q) - (c_s - w_s)Q - g_s E(D)$  şeklinde elde edilmektedir.

#### 4.1.1. Merkezkaç Tedarik Zinciri Koordinasyonu

Gazeteci çocuk modeli varsayımlarıyla kurulan bu tedarik zinciri, merkezkaç (decentralized) yapıdadır. Modelde karar alıcı konumunda perakendeci bulunmaktadır. Diğer üyeler, kendi kârlarını artırması için perakendeci tarafından belirlenecek sipariş miktarının olabildiğince fazla olmasını talep etmektedir. Perakendeci kendi maliyetlerini ve dönem sonu stoğunu minimize etmek için diğer üyelerden bağımsız şekilde hareket etmektedir. Merkezkaç durumda tedarik zincirinin sipariş miktarı, perakendecinin kâr fonksiyonunu maksimize edecek optimum sipariş miktarı olmaktadır.

Perakendecin kâr maksimizasyonunu sağlayacak optimum sipariş miktarı  $Q_r^*$  olmak üzere, kâr fonksiyonunun  $Q$ 'ya göre türevinin 0'a eşitlenmesiyle elde edilebilir.

$$\Pi_r(Q) = pS(Q) + v_r(Q - S(Q)) - g_r(E(D) - S(Q)) - c_rQ - w_mQ$$

$$\Pi_r(Q) = (p + g_r - v_r)S(Q) - (w_m + c_r - v_r)Q - g_rE(D)$$

$$\frac{d\Pi_r(Q)}{dQ} = 0 \quad \Rightarrow \quad S'(Q_r^*) = \frac{w_m + c_r - v_r}{p + g_r - v_r}$$

eşitliği elde edilir. Daha önce tanımlanan,  $S(Q) = Q - \int_0^Q F(y)dy$  fonksiyonun, türevi alınıp, eşitlikler çözüldüğünde, perakendecinin optimum sipariş miktarı  $Q_r^*$ , talebin dağılım fonksiyonu cinsinden aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$F(Q_r^*) = 1 - \frac{w_m + c_r - v_r}{p + g_r - v_r}$$

Yukardaki eşitlikle hesaplanan sipariş miktarı, merkezkaç tedarik zinciri sipariş miktarıdır. Bu sipariş miktarı, merkezi tedarik zinciri koordinasyonu ve çalışmada uyarlaması yapılacak kontratların koordinasyonunda kıyaslama amaçlı kullanılmaktadır.

#### 4.1.2 Merkezi Tedarik Zinciri Koordinasyonu

Merkezi (centralized) bir tedarik zincirinde koordinasyonun sağlanması için, tüm üyelerin bağımsız olarak değil, birbirlerine olan bağımlılıklarını gözeterek uyumlu şekilde hareket etmesi gerekmektedir. Tedarik zincirindeki kazanç ve risklerin adil paylaşımı tüm tedarik zinciri kârını optimize edecek sipariş miktarının ortak kararlarla belirlenmesine ihtiyaç vardır.

Merkezi üç kademeli tedarik zinciri kâr fonksiyonu  $\Pi_{SC}$  olmak üzere, tüm üyelerin kâr fonksiyonlarının toplamına ( $\Pi_{SC} = \Pi_r + \Pi_m + \Pi_s$ ) eşittir. Üç üyenin kâr fonksiyonu toplanıp gerekli düzenlemeler yapıldığında,

$$\Pi_{SC}(Q) = (p + g_r + g_m + g_s - v_r)S(Q) - (c_r + c_m + c_s - v_r)Q - (g_r + g_m + g_s) E(D)$$

üç kademeli tedarik zinciri için toplam kâr fonksiyonu elde edilmektedir.

Merkezi tedarik zincirini koordine edecek optimum sipariş miktarı,  $Q_{SC}^*$  ile gösterilsin.

Tedarik zinciri kâr fonksiyonun Q'ya göre türevi alınıp, 0'a eşitlendiğinde,

$$F(Q_{SC}^*) = 1 - \frac{c_r + c_m + c_s - v_r}{p + g_r + g_m + g_s - v_r}$$

eşitliği elde edilir. Bu eşitliği sağlayan sipariş miktarı, merkezi durumda üç kademeli tedarik zinciri için optimum sipariş miktarıdır.

Merkezi durum ile merkezkaç durumda elde edilen sipariş miktarları eşitlikleri kıyaslandığında,

$$F(Q_r^*) = 1 - \frac{w_m + c_r - v_r}{p + g_r - v_r} < F(Q_{SC}^*) = 1 - \frac{c_r + c_m + c_s - v_r}{p + g_r + g_m + g_s - v_r}$$

Muhakemeyi kolaylaştırmak için merkezi duruma ait eşitlikte paydanın daha büyük olduğuna dikkat edilmelidir. Bununla birlikte, merkezkaç durumda, eşitliğin pay kısımlarında yer alan, imalatçının toptan satış fiyatının kendi marjinal maliyeti ve tedarikçinin marjinal maliyeti toplamından büyük olacağı ( $w_m > c_m + c_s$ ) koşulu nedeniyle, pay kısmının merkezi duruma kıyasla daha büyük olduğu gözlemlenebilir. Sonuç olarak, talebin dağılım fonksiyonu F sürekli artan bir fonksiyon olduğu için, merkezi durumda tedarik zinciri için optimum sipariş miktarının merkezkaç sipariş miktarından büyük olacaktır:  $Q_{SC}^* > Q_r^*$

#### 4.1.3 Merkezkaç ve Merkezi Tedarik Zinciri Analizi

Merkezkaç durum ile merkezi koordinasyon durumunun tedarik zinciri üyelerine etkileri, performans göstergeleri kullanılarak analiz edilebilir. Merkezi tedarik zinciri durumunda, tedarik zinciri üyelerine ait performans göstergeleri ve kâr miktarlarındaki değişimi gösteren analiz aşağıda Tablo 4.2.'de sunulmuştur.

Tablo 4.2. Merkezi Koordinasyonun Tedarik Zinciri Üyelerine Etkisi

| Performans Göstergesi       | Perakendeci                         | İmalatçı                        | Tedarikçi                 |
|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Toplam Marjinal Maliyet : C | Artar                               | Artar                           | Artar                     |
| Prestij Maliyeti : G        | Azalır                              | Azalır                          | Azalır                    |
| Hurda Geliri : S            | Artar                               | -                               | -                         |
| Perakende Satış Geliri : R  | Artar                               | -                               | -                         |
| Ödeme Miktarı : T           | Artar                               | Artar                           | Artar                     |
| Toplam Kar Miktarı : $\Pi$  | $\Pi_r = R + V_r - G_r - C_r - T_m$ | $\Pi_m = T_m - G_m - C_m - T_s$ | $\Pi_s = T_s - G_s - C_s$ |
|                             | Azalır                              | Artar                           | Artar                     |

Yukardaki tablo incelendiğinde, perakendecinin kâr denkleminde ( $\Pi_r = R + V_r - G_r - C_r - T_m$ ) yer alan, perakende satış geliri, hurda geliri ve prestij maliyeti göstergeleri, beklenen satış miktarının bir çarpanıdır. Toplam marjinal maliyet ve imalatçıya (perakendeciden) yapılan ödeme göstergeleri ise sipariş miktarından direkt etkilenen performans göstergeleridir. Dönem sonunda, merkezkaç duruma kıyasla daha fazla stok kalacağı da dikkate alındığında,  $C_r + T_m \geq R + V_r - G_r$  çıkarımı yapılabilir. Bu nedenle merkezi tedarik zinciri sipariş miktarının artmasıyla, perakendecinin kârı azalmaktadır. Perakendecinin azalan kârı, sipariş miktarının artmasıyla aldıklarını ödeme miktarı artan imalatçı ve tedarikçi arasında paylaşılmaktadır.

Koordinasyon için tüm tedarik zinciri üyelerinin birbirine bağımlı olduklarının farkında olarak dayanışma içinde hareket etmeleri gerekmektedir. Aralarındaki müşterek işbirliğinin devamı için perakendecinin de memnun kalacağı, gelir ve risklerin adil paylaşılacağı mekanizmalar gerekmektedir. Bu nedenle, üç kademeli tedarik zincirinde merkezi koordinasyonun sağlanması için kontratlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada kurulan üç kademe tedarik zinciri modeli varsayımları ve burada elde edilen eşitlikler, Geri Alım, Gelir Paylaşımı ve Miktar Esnekliği kontratları ile koordinasyon çalışmalarında kullanılmaktadır.

#### **4.2. Geri Alım Kontratı ile Üç Kademeli Tedarik Zincirinin Koordinasyonu**

Geri alım kontratında, tedarik zinciri üyelerinden alıcı konumundaki üye, dönem sonunda elinde kalan stoğun tamamını belli bir geri alım fiyatı karşılığında satıcı konumundaki üyeye iade etmektedir. Bu iade mekanizmasıyla, üyeler dönem sonu stok riskini anlaşma şartlarına uygun olarak paylaşmaktadır. Alıcı konumundaki üye, satıcıya merkezkaç duruma kıyasla daha büyük miktarda sipariş açarak toplam tedarik zinciri kârının artırılması yönünde hareket etmektedir.

Geri alım kontratının üç kademeli tedarik zincirine uyarlamasında kullanılacak parametreler aşağıda Tablo 4.3.'de sunulmuştur.

Tablo 4.3. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Geri Alım Kontratı Parametreleri

| Parametre | Açıklaması                                      |           |                                               |
|-----------|-------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|
| $c_r$     | Perakendecinin Birim Marjinal Maliyeti          | $p$       | Perakende Satış Fiyatı                        |
| $c_m$     | İmalatçının Birim Marjinal Maliyeti             | $Q$       | Sipariş Miktarı                               |
| $c_s$     | Tedarikçinin Birim Marjinal Maliyeti            | $D$       | Ürünün Gerçekleşen Talebi                     |
| $g_r$     | Perakendecinin Birim Prestij Maliyeti           | $\beta_m$ | İmalatçının (Perakendeciden) Geri Alım Fiyatı |
| $g_m$     | İmalatçının Birim Prestij Maliyeti              | $\beta_s$ | Tedarikçinin (İmalatçıdan) Geri Alım Fiyatı   |
| $g_s$     | Tedarikçinin Birim Prestij Maliyeti             | $E(D)$    | Talebin Beklenen Değeri                       |
| $v_s$     | Tedarikçinin Birim Hurda Değeri                 | $S(Q)$    | Beklenen Satış Miktarı                        |
| $v_m$     | İmalatçının Birim Hurda Değeri                  | $I(Q)$    | Beklenen Dönem Sonu Stok Miktarı              |
| $v_r$     | Perakendecinin Birim Hurda Değeri               | $L(Q)$    | Beklenen Satış Kaybı Miktarı                  |
| $w_s$     | Tedarikçinin (İmalatçıya) Toptan Satış Fiyatı   |           |                                               |
| $w_m$     | İmalatçının (Perakendeciye) Toptan Satış Fiyatı |           |                                               |

Geri alım kontratı için, gazeteci çocuk modelinde kullanılan parametrelere bazı ilaveler gerekmektedir:

$\beta_m$ , dönem sonunda perakendecinin elinde kalan stok için, imalatçının birim geri alım fiyatıdır. Benzer şekilde, imalatçının elinde kalan stok miktarı için tedarikçinin geri alım fiyatı ise  $\beta_s$  olarak gösterilsin. Ayrıca, model varsayımları için koşul oluşturmak için üyeler için birim hurda değeri ( $v_s, v_m, v_r$ ) tanımlanmıştır.

Geri alım kontratında, üç kademeli tedarik zinciri model varsayımlarının çoğunluğu geçerlidir. Tek fark, geri alım mekanizmasının doğal sonucu olarak, tedarik zincirinde dönem sonu stoğun tamamının tedarikçi tarafında eritilmesidir. Bunun sağlanması için tanımlanan geri alım fiyatlarının, stoğu gerideki üyeye transferini sağlayacak şekilde cazip olması gerekliliğidir. Bu nedenle geri alım fiyatları, üyelerin birim hurda değerlerinden büyük olmalıdır. Parametrik ifade ile  $\beta_m > v_r$  ve  $\beta_s > v_m$  koşulları sağlanmalıdır.

Geri alım kontratı ile üç kademeli tedarik zinciri koordinasyonu incelemek için, üyelerin kâr fonksiyonlarını tanımlamak gerekmektedir. Kâr fonksiyonlarında kullanılacak temel modelde elde edilmiş eşitlikler ve performans göstergeleri aşağıda verilmiştir:

- Beklenen Satış Miktarı:

$$S(Q) = Q - \int_0^Q F(y) dy$$

- Beklenen Dönem Sonu Stok Miktarı:

$$I(Q) = (Q - D)^+ = Q - S(Q)$$

- Beklenen Satış Kaybı Miktarı:

$$L(Q) = (D - Q)^+ = E(D) - S(Q)$$

- Toplam Marjinal Maliyetler:

$$C_r = c_r Q, \quad C_m = c_m Q, \quad C_s = c_s Q$$

- Toplam Prestij Maliyetleri:

$$G_r = g_r (E(D) - S(Q)), G_m = g_m (E(D) - S(Q)), G_s = g_s (E(D) - S(Q))$$

- Toplam Ödeme Miktarları ve Perakende Satış Geliri:

$$T_m = w_m Q, \quad T_s = w_s Q, \quad R = pS(Q)$$

Geri alım kontratında, dönem sonu stoğunun tamamı tedarikçide eritileceği için  $V_s$ , tedarikçinin toplam hurda geliri olmak üzere, beklenen dönem sonu stok miktarı ile hurda değerinin çarpımına eşittir:  $V_s = v_s(Q - S(Q))$

Geri alım kontratında, yeni performans göstergeleri olarak perakendeci ve imalatçı için geri alım gelirleri ortaya çıkmaktadır.  $B_r$ , perakendecinin imalatçıdan  $B_m$ , imalatçının tedarikçiden elde edeceği geri alım gelirleri olmak üzere, beklenen dönem sonu stok miktarı ile geri alım fiyatlarının çarpımına eşittir.

$$B_r = \beta_m(Q - S(Q)), \quad B_m = \beta_s(Q - S(Q))$$

Yukarda eşitlikler kullanılarak geri alım kontratı altında üç kademeli tedarik zincirinin tüm üyeleri için kâr fonksiyonları elde edilebilir.

$\Pi_r^B$  , perakendecinin kârı olmak üzere,  $\Pi_r^B = R + B_r - G_r - C_r - T_m$  formülünde, eşitlikler yerine konulduğunda, perakendecinin kâr fonksiyonu aşağıdaki şekilde bulunur.

$$\Pi_r^B(Q) = pS(Q) + \beta_m(Q - S(Q)) - g_r(E(D) - S(Q)) - c_rQ - w_mQ \Rightarrow$$

$$\Pi_r^B(Q) = (p + g_r - \beta_m)S(Q) - (w_m + c_r - \beta_m)Q - g_r E(D) \text{ ile ifade edilir.}$$

$\Pi_m^B$ , imalatçının kârı olmak üzere,  $\Pi_m^B = T_m + B_m - G_m - C_m - B_r - T_s$  formülü ile bulunabilir. Formülde, eşitlikler yerlerine konulduğunda, imalatçının kâr fonksiyonu sipariş miktarının bir fonksiyonu olarak aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$\begin{aligned} \Pi_m^B(Q) &= w_mQ + \beta_s(Q - S(Q)) - g_m(E(D) - S(Q)) - c_mQ - \beta_m(Q - S(Q)) \\ &\quad - w_sQ \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\Pi_m^B(Q) = (g_m + \beta_m - \beta_s)S(Q) - (w_s - w_m + c_m + \beta_m - \beta_s)Q - g_m E(D)$$

$\Pi_s^B$ , tedarikçinin kârı olmak üzere,  $\Pi_s^B = T_s + V_s - G_s - C_s - B_m$  formülünde, eşitlikler yerine yazılıp, genişletilirse,

$$\Pi_s^B(Q) = w_sQ + v_s(Q - S(Q)) - g_s(E(D) - S(Q)) - c_sQ - \beta_s(Q - S(Q)) \Rightarrow$$

$$\Pi_s^B(Q) = (g_s + \beta_s - v_s)S(Q) - (c_s + \beta_s - w_s - v_s)Q - g_s E(D)$$

tedarikçi için kâr fonksiyonu elde edilmektedir.

Geri alım kontratı parametreleri ile yazılan kâr fonksiyonları incelendiğinde tedarik zincirinin iki ucundaki perakendeci ve tedarikçi arasında koordinasyon unsuru sağlayacak müşterek ilişki bulunmamaktadır. Üç kademeli tedarik zinciri, bu yapıyla birbirinden bağımsız iki tane iki kademe tedarik zinciri barındırmaktadır. Birincisi, tedarikçi ve imalatçı arasında kurulan malzeme tedarik zinciridir. Diğeri ise, imalatçı ile perakendeci



arasında kurulan ürün tedarik zinciridir. Tüm üyeler, malzemeden ürün satışına kadar yürütülen işbirliğinde tedarik zincirine katma değer yaratmaktadır. Üyeler arasında koordinasyonun sağlanması için, tedarik zincirindeki birbirinden bağımsız iki farklı yapının tüm üyelerin kârlarını maksimize edecek şekilde kontrat karar değişkenlerinin ortaklaşa belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Geri alım kontratı için üyelerin ortak belirleyecekleri karar değişkenleri, geri alım fiyatlarıdır ( $\beta_m, \beta_s$ ). Geri alım fiyatlarının herkesi memnun edecek koşulları sağlaması için, üyelerin kontrat altında merkezi tedarik zincirinde elde edecekleri kârların, merkezkaç koşullarda elde edecekleri kârlardan fazla olması gerekmektedir. Matematiksel ifade ile,

$$\Pi_r^B(Q_{SC}^*) \geq \Pi_r(Q_r^*), \Pi_m^B(Q_{SC}^*) \geq \Pi_m(Q_r^*) \text{ ve } \Pi_s^B(Q_{SC}^*) \geq \Pi_s(Q_r^*)$$

koşulları sağlanmalıdır.

Bu koşulları sağlayacak geri alım fiyatları,  $\beta_m, \beta_s$  karar değişkenleri için matematiksel çözümlemeye ihtiyaç vardır. Yukardaki belirtilen koşullara ait eşitlikler tek tek yazılarak çözümlenirse, aşağıda geri alım kontratı karar değişkenlerine ait matematiksel ifadeler elde edilir.

$$\begin{aligned} \Pi_r^B(Q_{SC}^*) &= (p + g_r - \beta_m)S(Q_{SC}^*) - (w_m + c_r - \beta_m)Q_{SC}^* - g_r E(D) \\ &\geq \\ \Pi_r(Q_r^*) &= (p + g_r - v_r)S(Q_r^*) - (w_m + c_r - v_r)Q_r^* - g_r E(D) \Rightarrow \\ \beta_m &\geq \frac{(w_m + c_r)(Q_{SC}^* - Q_r^*) - (p + g_r)(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) + v_r(Q_r^* - S(Q_r^*))}{Q_{SC}^* - S(Q_{SC}^*)} \end{aligned}$$

$$\Pi_m^B(Q_{SC}^*) = (g_m + \beta_m - \beta_s)S(Q_{SC}^*) - (w_s - w_m + c_m + \beta_m - \beta_s)(Q_{SC}^*) - g_m E(D)$$

$$\geq$$

$$\Pi_m(Q_r^*) = g_m S(Q_r^*) - (w_s - w_m + c_m)Q_r^* - g_m E(D) \Rightarrow$$

$$\beta_m - \beta_s \leq \frac{g_m(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) - (w_s - w_m + c_m)(Q_{SC}^* - Q_r^*)}{Q_{SC}^* - S(Q_{SC}^*)}$$

$$\Pi_s^B(Q_{SC}^*) = (g_s + \beta_s - v_s)S(Q_{SC}^*) - (c_s + \beta_s - w_s - v_s)(Q_{SC}^*) - g_s E(D)$$

$$\geq$$

$$\Pi_s(Q_r^*) = g_s S(Q_r^*) - (c_s - w_s)Q_r^* - g_s E(D) \Rightarrow$$

$$\beta_s \leq \frac{g_s(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) - (c_s - w_s)(Q_{SC}^* - Q_r^*)}{Q_{SC}^* - S(Q_{SC}^*)} + v_s$$

Yukarıda elde edilen eşitsizliklerle elde edilecek geri alım fiyatları ( $\beta_m, \beta_s$ ), geri alım kontratı altında üç kademeli tedarik zinciri için koordinasyonun mümkün olduğu durumdur. Teorik olarak, bu eşitsizliği saylayan birçok geri alım fiyatları mevcuttur. Tedarik zinciri koordinasyonu için en optimum sonucu ortaya koyacak karar değişkenlerinin tespitine ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun için, matematiksel denklemlerde yer alan parametrelere ait sayısal girdilerin kullanılması gerekmektedir. Bu girdilerle oluşturulacak simülasyon çalışmasında bir çok hesaplama ile stokastik talep verisi oluşturularak, geri alım kontratı altında tüm tedarik zinciri üyelerini memnun edecek karar değişkenleri tespit edilecektir. Simülasyondan elde edilecek sayısal verilerle, geri alım kontratı altında tedarik zinciri üyelerinin performans göstergelerinin ve kâr miktarlarının merkezkaç, merkezi tedarik zinciri ve diğer kontrat değerleri ile kıyaslaması yapılacaktır.

#### 4.3. Gelir Paylaşımı Kontratı ile Üç Kademeli Tedarik Zincirinin Koordinasyonu

Gelir paylaşımı kontratında, tedarik zincirindeki alıcı konumundaki üye, satın aldığı her ürün için satıcı konumundaki üyeye bir toptan satış fiyatı ödemektedir. Bu fiyat, ürünün normal toptan satış fiyatının altında bir değerdir. Buna karşılığında, alıcı dönem sonu elde ettiği toplam satış gelirin bir kısmını, daha önce anlaştıkları oranda satıcı ile paylaşmaktadır. Gelir paylaşımı kontratı altında alıcı merkezkaç duruma kıyasla daha fazla ürün sipariş ederek, toplam tedarik zinciri performansını artırmaktadır.

Gelir paylaşımı kontratının üç kademeli tedarik zincirine uyarlamasında temel modele ilave varsayımlar ve parametrelere ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmada kullanılacak parametreler aşağıda Tablo 4.4.'de sunulmuştur.

Tablo 4.4. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Gelir Paylaşımı Kontratı Parametreleri

##### Parametre Açıklaması

|         |                                                 |             |                                                   |
|---------|-------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------|
| $c_r$   | Perakendecinin Birim Marjinal Maliyeti          | $p$         | Perakende Satış Fiyatı                            |
| $c_m$   | İmalatçının Birim Marjinal Maliyeti             | $\varphi_r$ | Perakendecinin (İmalatçıyla) Gelir Paylaşım Oranı |
| $c_s$   | Tedarikçinin Birim Marjinal Maliyeti            | $\varphi_m$ | İmalatçının (Tedarikçiyle) Gelir Paylaşım Oranı   |
| $g_r$   | Perakendecinin Birim Prestij Maliyeti           | $Q$         | Sipariş Miktarı                                   |
| $g_m$   | İmalatçının Birim Prestij Maliyeti              | $D$         | Ürünün Gerçekleşen Talebi                         |
| $g_s$   | Tedarikçinin Birim Prestij Maliyeti             | $E(D)$      | Talebin Beklenen Değeri                           |
| $v_r$   | Perakendecinin Birim Hurda Değeri               | $S(Q)$      | Beklenen Satış Miktarı                            |
| $w_s^R$ | Tedarikçinin (İmalatçıya) Toptan Satış Fiyatı   | $I(Q)$      | Beklenen Dönem Sonu Stok Miktarı                  |
| $w_m^R$ | İmalatçının (Perakendeciye) Toptan Satış Fiyatı | $L(Q)$      | Beklenen Satış Kaybı Miktarı                      |

$w_m^R$ , imalatçının perakendeciye ve  $w_s^R$  tedarikçinin imalatçıya uygulayacağı daha düşük toptan satış fiyatını göstermektedir. (  $w_m^R < w_m$ ,  $w_s^R < w_s$  )

$\varphi_r$ , perakendecinin toplam satış gelirin kendinde kalan oranını göstermektedir. Bu durumda, satış gelirin imalatçıyla paylaşım oranı  $1 - \varphi_r$  olmaktadır. Benzer şekilde,

$\varphi_m$  , imalatçının satış gelirinin kendinde kalan payını,  $1 - \varphi_m$  ise tedarikçiye düşen paylaşım oranını göstermektedir.

Üç kademeli tedarik zinciri modelinin temel varsayımlarına uygun olarak, dönem sonu stoğunun tamamı, perakendeci tarafından  $v_r$  birim hurda değeri ile eritilecektir. Gelir paylaşımı kontratında, perakendecinin elde edeceği toplam hurda gelirinin tamamı perakendeciye ait olup, gelir paylaşımına konu edilmeyecektir. Gelir paylaşımı perakendecinin elde edeceği perakende satış geliri üzerinden yapılacaktır.

İmalatçı ile tedarikçi arasında gerçekleşecek gelir paylaşımı, imalatçının perakendeciden alacağı satış geliri paylaşım miktarı üzerinden yapılacaktır.

Gelir paylaşımı kontratı ile üç kademeli tedarik zinciri koordinasyonu incelemek için, üyelerin kâr fonksiyonlarını tanımlamak gerekmektedir. Kâr fonksiyonlarında kullanılacak temel modelde elde edilmiş eşitlikler ve performans göstergeleri aşağıda verilmiştir:

- Beklenen Satış Miktarı:

$$S(Q) = Q - \int_0^Q F(y)dy$$

- Beklenen Dönem Sonu Stok Miktarı:

$$I(Q) = (Q - D)^+ = Q - S(Q)$$

- Beklenen Satış Kaybı Miktarı:

$$L(Q) = (D - Q)^+ = E(D) - S(Q)$$

- Toplam Marjinal Maliyetler:

$$C_r = c_r Q, \quad C_m = c_m Q, \quad C_s = c_s Q$$

- Toplam Prestij Maliyetleri:

$$G_r = g_r (E(D) - S(Q)), G_m = g_m (E(D) - S(Q)), G_s = g_s (E(D) - S(Q))$$

- Toplam Ödeme Miktarları ve Perakende Satış Geliri:

$$T_m = w_m^R Q \quad , \quad T_s = w_s^R Q \quad , \quad R = pS(Q)$$

$V_r$ , perakendecinin toplam hurda geliri olmak üzere, beklenen dönem sonu stok miktarı ile hurda değerinin çarpımına eşittir:  $V_r = v_r(Q - S(Q))$

$R_r$ , perakende satış gelirinin perakendecide kalan kısmını göstermek üzere, perakendeci gelir paylaşım oranı ile perakende satış gelirinin çarpımına eşittir:  $R_r = \varphi_r R$

$R_m$ , imalatçının gelir payı olmak üzere,  $R_m = \varphi_m(1 - \varphi_r)R$

$R_s$ , tedarikçinin gelir payı olmak üzere,  $R_s = (1 - \varphi_m)(1 - \varphi_r)R$

Yukarda eşitlikler ve performans göstergeleri kullanılarak gelir paylaşımı kontratı altında üç kademeli tedarik zincirinin tüm üyeleri için kâr fonksiyonları elde edilebilir.

$\Pi_r^R$ , perakendecinin kârı olmak üzere,  $\Pi_r^R = R_r + V_r - G_r - C_r - T_m$  formülüyle tanımlanabilir. Tanımlı eşitlikler yerine konulduğunda, gelir paylaşımı kontratına göre perakendecinin kâr fonksiyonu aşağıdaki şekilde bulunur.

$$\Pi_r^R(Q) = \varphi_r p S(Q) + v_r(Q - S(Q)) - g_r (E(D) - S(Q)) - c_r Q - w_m^R Q \Rightarrow$$

$$\Pi_r^R(Q) = (\varphi_r p + g_r - v_r)S(Q) - (w_m^R + c_r - v_r)Q - g_r E(D)$$

$\Pi_m^R$ , imalatçının kârını göstermek üzere,  $\Pi_m^R = T_m + R_m - G_m - C_m - T_s$  formülüyle hesaplanabilir. Eşitlikler yerine konulduğunda,

$$\Pi_m^R(Q) = w_m^B Q + \varphi_m(1 - \varphi_r)pS(Q) - g_m (E(D) - S(Q)) - c_m Q - w_s^R Q \Rightarrow$$

$$\Pi_m^R(Q) = (\varphi_m(1 - \varphi_r)p + g_m)S(Q) - (w_s^R - w_m^R + c_m)Q - g_m E(D)$$

şeklinde gelir paylaşımı altında imalatçının kâr fonksiyonu elde edilmektedir.

$\Pi_s^R$ , tedarikçinin kârını göstermek üzere,  $\Pi_s^R = T_s + R_s - G_s - C_s$  formülüyle ifade edilebilir. Formülde eşitlikler yerine konulduğunda, gelir paylaşımı kontratına göre tedarikçinin kâr fonksiyonu aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$\Pi_s^R(Q) = w_s^R Q + (1 - \varphi_m)(1 - \varphi_r)pS(Q) - g_s (E(D) - S(Q)) - c_s Q \Rightarrow$$

$$\Pi_s^R(Q) = ((1 - \varphi_m)(1 - \varphi_r)p + g_s)S(Q) - (c_s - w_s^R)Q - g_s E(D)$$

Perakendeci kâr fonksiyonu incelendiğinde, perakendecinin belirleyeceği optimum sipariş miktarı, imalatçının belirleyeceği toptan satış fiyatı  $w_m^R$  ile kendisinin belirleyeceği gelir paylaşım oranı  $\varphi_r$  oranına bağlıdır. Toptan satış fiyatı yeterince cazip olursa, perakendecinin optimum sipariş miktarına yakınsaması mümkün olmaktadır. Toptan satış fiyatın cazip olması da belirlenecek gelir paylaşım oranının kabul edilebilirliği ile ilgilidir. Benzer şekilde, imalatçı ve tedarikçi arasındaki iş ilişkisinde, imalatçı tarafından belirlenecek sipariş miktarının optimum olması için tedarikçi toptan satış fiyatı ( $w_s^R$ ) ve imalatçı gelir paylaşım oranı ( $\varphi_m$ ) belirleyici olmaktadır

Gelir paylaşımı kontratı altında üç kademeli tedarik zincirinin koordinasyonu için iki temel koşulun sağlanması gerekmektedir. Birinci koşul, karar değişkenlerinin tedarik zinciri optimum sipariş miktarını sağlayacak şekilde belirlenmesidir. Perakendeciden imalatçıya, imalatçıdan tedarikçiye geçilecek sipariş miktarlarının birbirine ve tedarik zinciri optimum sipariş miktarına eşit olması gerekmektedir. Matematiksel ifade ile,

**Koşul 1:**  $F(Q_r^{R*}) = F(Q_{sc}^*)$ ,  $F(Q_m^{R*}) = F(Q_{sc}^*)$

Birinci koşulun sağlanması için, üyeler arasındaki toptan satış fiyatlarının ( $w_s^R$ ,  $w_m^R$ ) optimum seviyesinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Karar değişkenleri, her bir üyenin kâr maksimizasyonu sağlayacak optimum sipariş miktarının, merkezi tedarik zinciri optimum sipariş miktarına eşitlenmesiyle elde edilebilir.

Gelir paylaşımı kontratı altında, üyelerin kâr maksimizasyonun sağlayacak sipariş miktarları, üyelerin kâr fonksiyonlarının türevi alınıp 0'a eşitlendiğinde bulunabilir.

$$\Pi_r^R(Q) = (\varphi_r p + g_r - v_r)S(Q) - (w_m^R + c_r - v_r)Q - g_r E(D) \Rightarrow$$

$$F(Q_r^{R*}) = 1 - \frac{w_m^R + c_r - v_r}{\varphi_r p + g_r - v_r}$$

$$\Pi_m^R(Q) = (\varphi_m(1 - \varphi_r)p + g_m)S(Q) - (w_s^R - w_m^R + c_m)Q - g_m E(D) \Rightarrow$$

$$F(Q_m^{R*}) = 1 - \frac{w_s^R - w_m^R + c_m}{\varphi_m(1 - \varphi_r)p + g_m}$$

Yukardaki belirtilen koşullara ait eşitlikler tek tek yazılarak çözümlenirse, gelir paylaşımı kontratı karar değişkenleri eşitlikleri aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$F(Q_r^{R*}) = F(Q_{sc}^*) \Rightarrow 1 - \frac{w_m^R + c_r - v_r}{\varphi_r p + g_r - v_r} = 1 - \frac{c_r + c_m + c_s - v_r}{p + g_r + g_m + g_s - v_r}$$

$$w_m^R = \varphi_r \frac{p(c_r + c_m + c_s - v_r)}{p + g_r + g_m + g_s - v_r} + \frac{(g_r - v_r)(c_m + c_s) - (c_r - v_r)(p + g_m + g_s)}{p + g_r + g_m + g_s - v_r}$$

$$F(Q_m^{R*}) = F(Q_{sc}^*) \Rightarrow 1 - \frac{w_s^R - w_m^R + c_m}{\varphi_m(1 - \varphi_r)p + g_m} = 1 - \frac{c_r + c_m + c_s - v_r}{p + g_r + g_m + g_s - v_r}$$

$$w_s^R = (\varphi_m(1 - \varphi_r) + \varphi_r) \frac{p(c_r + c_m + c_s - v_r)}{p + g_r + g_m + g_s - v_r} + \frac{c_s(g_r + g_m - v_r) - (p + g_s)(c_r + c_m - v_r)}{p + g_r + g_m + g_s - v_r}$$

İkinci koşul, optimum tedarik zinciri sipariş miktarı ile elde edilecek kâr miktarlarının, üyeler arasında adil ve cazip kâr paylaşımını sağlanması gerekliliğidir. Üyeler arasında gelir paylaşım oranları  $(\varphi_r, \varphi_m)$  kazan-kazan ilkesi gereği, optimum şekilde belirlenmelidir. Bunun sağlanması için, üyelerin gelir paylaşımı kontratı altında merkezi

tedarik zincirinde elde edecekleri kârların, merkezkaç koşullarda elde edecekleri kârlardan büyük olması gerekmektedir. Matematiksel ifade ile

**Koşul 2:**  $\Pi_r^R(Q_{SC}^*) \geq \Pi_r(Q_r^*)$  ,  $\Pi_m^R(Q_{SC}^*) \geq \Pi_m(Q_r^*)$  ve  $\Pi_s^R(Q_{SC}^*) \geq \Pi_s(Q_r^*)$

İkinci koşulun sağlanması için üyelerin kâr fonksiyonlarına ilişkin eşitlikler yazılıp çözümlenirse,  $(\varphi_r, \varphi_m)$  karar değişkenleri aşağıdaki şekilde elde edilir:

$$\Pi_r^R(Q_{SC}^*) = (\varphi_r p + g_r - v_r)S(Q_{SC}^*) - (w_m^R + c_r - v_r)Q_{SC}^* - g_r E(D)$$

$$\geq$$

$$\Pi_r(Q_r^*) = (p + g_r - v_r)S(Q_r^*) - (w_m + c_r - v_r)Q_r^* - g_r E(D)$$

$$\varphi_r \geq \frac{(p + g_r - v_r)S(Q_r^*) - (w_m + c_r - v_r)Q_r^* + (w_m^R + c_r - v_r)Q_{SC}^*}{pS(Q_{SC}^*)} - \frac{g_r - v_r}{p}$$

$$\Pi_m^R(Q_{SC}^*) = (\varphi_m(1 - \varphi_r)p + g_m)S(Q_{SC}^*) - (w_s^R - w_m^R + c_m)Q_{SC}^* - g_m E(D)$$

$$\geq$$

$$\Pi_m(Q_r^*) = g_m S(Q_r^*) - (w_s - w_m + c_m)Q_r^* - g_m E(D)$$

$$\varphi_m(1 - \varphi_r) \geq \frac{g_m S(Q_r^*) - (w_s - w_m + c_m)Q_r^* + (w_s^R - w_m^R + c_m)Q_{SC}^*}{pS(Q_{SC}^*)} - \frac{g_m}{p}$$

$$\Pi_s^R(Q_{SC}^*) = ((1 - \varphi_m)(1 - \varphi_r)p + g_s)S(Q_{SC}^*) - (c_s - w_s^R)Q_{SC}^* - g_s E(D)$$

$$\geq$$

$$\Pi_s(Q_r^*) = g_s S(Q_r^*) - (c_s - w_s)Q_r^* - g_s E(D)$$

$$(1 - \varphi_m)(1 - \varphi_r) \geq \frac{g_s S(Q_r^*) - (c_s - w_s)Q_r^* + (c_s - w_s^R)Q_{SC}^*}{pS(Q_{SC}^*)} - \frac{g_s}{p}$$



Yukarda karar değişkenleri için tespit edilen matematiksel ilişkiler, tedarik zincirinin gelir paylaşımı kontratı altında koordinasyonu için simülasyon çalışmasında kullanılacaktır. Simülasyondan elde edilecek sayısal veriler, performans göstergelerinin ve kâr miktarlarının diğer kontratlar ile kıyaslamasında kullanılacaktır.

#### **4.4. Miktar Esnekliği Kontratı ile üç Kademeli Tedarik Zincirinin Koordinasyonu**

Miktar esnekliği kontratında, tedarik zincirindeki satıcı konumundaki ye, alıcı konumundaki üyeye satış sezonu öncesi bildirdiği sipariş miktarını değiştirmesinde sınırlar dâhilinde esneklik sunmaktadır. Alıcı, satış dönemi yaklaştıkça elde edeceği daha gerçekçi talep bilgisi ile sezon öncesinde bildirdiği sipariş miktarı üzerinden belirlenen miktar esnekliği kısmı için değişiklik yapabilmektedir. Bu durumda satış sezonu sonunda, alıcının elinde kalan stoğun esneklik miktarı içinde kalan kısmının maliyeti satıcıdan tazmin edilmektedir. Dönem sonu stok riskini azaltma motivasyonu ile alıcı konumundaki ye, sipariş miktarını daha fazla belirleyerek, tedarik zinciri performansını artırmaktadır.

Miktar esnekliği kontratının üç kademeli tedarik zincirine uyarlamasında temel modele ilave varsayımlar ve parametrelere ihtiyaç duyulmaktadır:

Miktar esnekliği kontratı ile tedarik zinciri optimum sipariş miktarının ( $Q_{SC}^*$ ) elde edilebilmesi için, perakendeciden imalatçıya, imalatçının tedarikçiye belirlenen sipariş miktarının üyeler tarafından koşulsuz karşılanacağı varsayılmaktadır.

$\delta$  , miktar esnekliği oranı olmak üzere,  $0 \leq \delta \leq 1$  koşulu ile tanımlanmaktadır. Siparişin esneklik miktarı, miktar esneklik oranı ile sipariş miktarı çarpımına eşit olmaktadır. ( $\delta Q_{SC}^*$ ). Perakendeci, imalatçıya sipariş ettiği miktarın  $(1 - \delta)Q_{SC}^*$  oranını koşulsuz almak zorundayken,  $\delta Q_{SC}^*$  miktarı için dönem sonunda stok maliyetini tazmin

edebilmektedir. Aynı şekilde imalatçı da tedarikçiden esneklik miktarı sınırlarında  $[(1 - \delta)Q_{SC}^*, Q_{SC}^*]$  dönem sonunda stok maliyetini tazmin edebilmektedir.

İmalatçı kendisine bildirilen sipariş miktarı kadar malzeme tedarik tamamının tüketip kullanacağı için imalatçı tarafında dönem stoğu oluşmayacağı öngörülmektedir. Perakendeci ve tedarikçi tarafında oluşacak stok, üyeler tarafından birim hurda değeri karşılığı eritilecektir.

Miktar esnekliği kontratının üç kademeli tedarik zincirine uyarlamasında kullanılacak parametreler aşağıda Tablo 4.5. 'de sunulmuştur.

Tablo 4.5. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Miktar Esnekliği Kontratı Parametreleri

**Parametre Açıklaması**

|         |                                                 |          |                                      |
|---------|-------------------------------------------------|----------|--------------------------------------|
| $c_r$   | Perakendecinin Birim Marjinal Maliyeti          | $p$      | Perakende Satış Fiyatı               |
| $c_m$   | İmalatçının Birim Marjinal Maliyeti             | $\delta$ | Perakendecinin Miktar Esneklik Oranı |
| $c_s$   | Tedarikçinin Birim Marjinal Maliyeti            | $Q$      | Sipariş Miktarı                      |
| $g_r$   | Perakendecinin Birim Prestij Maliyeti           | $D$      | Ürünün Gerçekleşen Talebi            |
| $g_m$   | İmalatçının Birim Prestij Maliyeti              | $E(D)$   | Talebin Beklenen Değeri              |
| $g_s$   | Tedarikçinin Birim Prestij Maliyeti             | $S(Q)$   | Beklenen Satış Miktarı               |
| $v_r$   | Perakendecinin Birim Hurda Değeri               | $I(Q)$   | Beklenen Dönem Sonu Stok Miktarı     |
| $v_s$   | Tedarikçinin Birim Hurda Değeri                 | $L(Q)$   | Beklenen Satış Kaybı Miktarı         |
| $w_s^F$ | Tedarikçinin (İmalatçıya) Toptan Satış Fiyatı   |          |                                      |
| $w_m^F$ | İmalatçının (Perakendeciye) Toptan Satış Fiyatı |          |                                      |

Miktar esnekliği kontratı ile üç kademeli tedarik zinciri koordinasyonu incelemek için, üyelerin kâr fonksiyonlarını tanımlamak gerekmektedir. Kâr fonksiyonlarında kullanılacak temel modelde elde edilmiş eşitlikler ve performans göstergeleri aşağıda verilmiştir:

- Beklenen Satış Miktarı:

$$S(Q) = Q - \int_0^Q F(y)dy$$

- Beklenen Dönem Sonu Stok Miktarı:

$$I(Q) = (Q - D)^+ = Q - S(Q)$$

- Beklenen Satış Kaybı Miktarı:

$$L(Q) = (D - Q)^+ = E(D) - S(Q)$$

- Toplam Marjinal Maliyetler:

$$C_r = c_r Q, \quad C_m = c_m Q, \quad C_s = c_s Q$$

- Toplam Prestij Maliyetleri:

$$G_r = g_r (E(D) - S(Q)), G_m = g_m (E(D) - S(Q)), G_s = g_s (E(D) - S(Q))$$

- Perakende Satış Geliri:

$$R = pS(Q)$$

$V_r$ , perakendecinin toplam hurda geliri olmak üzere, beklenen dönem sonu stok miktarı ile birim hurda değerinin çarpımına eşittir:  $V_r = v_r(Q - S(Q))$

$V_s$ , imalatçının toplam hurda geliri olmak üzere, beklenen dönem sonu stok miktarı ile birim hurda değerinin çarpımına eşittir:  $V_s = v_s(Q - S(Q))$

$B_r$ , dönem sonunda, miktar esnekliği dâhilinde, imalatçının perakendecinin elinde kalan stok için ödeyeceği tazmin bedeli olsun. Bu bedel, talebin esneklik miktarında kalan kısmı içinde oluşan dönem stoğunun toptan satış fiyat değeri ve marjinal maliyeti toplamından, birim hurda değerinin düşülmesiyle elde edilir:

$$B_r = (w_m^F + c_r - v_r) \int_{(1-\delta)Q}^Q F(y) dy$$

Benzer şekilde, tedarikçinin imalatçıya ödeyeceği birim tazmin bedeli  $B_m$  olmak üzere,

$$B_m = (w_s^F + c_m) \int_{(1-\delta)Q}^Q F(y) dy$$

İmalatçıda dönem sonu stoğu oluşmayacağı varsayımı nedeniyle hurda değeri eşitliğe dahil edilmemiştir.

$T_m^F$  , imalatçıya (perakendeciden) yapılan toplam ödeme miktarı ve  $T_s^F$  , tedarikçiye (imalatçıdan) yapılan ödeme miktarı olmak üzere, sipariş miktarı ve üyelerin toptan satış fiyatlarının çarpımından, miktar esnekliği dâhilinde elde kalan stok için ödenecek tazmin bedelinin düşülmesi ile hesaplanmaktadır.

$$T_m^F = w_m Q - B_r = w_m^F Q - (w_m^F + c_r - v_r) \int_{(1-\delta)Q}^Q F(y) dy$$

$$T_s^F = w_s Q - B_m = w_s^F Q - (w_s^F + c_m) \int_{(1-\delta)Q}^Q F(y) dy$$

Yukarda eşitlikler ve performans göstergeleri kullanılarak miktar esnekliği kontratı altında üç kademeli tedarik zincirinin tüm üyeleri için kâr fonksiyonları elde edilebilir.

$\Pi_r^F$  , perakendecinin kârı olmak üzere,  $\Pi_r^F = R + V_r - G_r - C_r - T_m^F$  formülüyle hesaplanabilir. Tanımlı eşitlikler yerine konulduğunda, miktar esnekliği kontratına göre perakendecinin kâr fonksiyonu aşağıdaki şekilde bulunur.

$$\begin{aligned} \Pi_r^F(Q) &= pS(Q) + v_r(Q - S(Q)) \\ &\quad - g_r(E(D) - S(Q)) - c_r Q - [w_m^F Q - (w_m^F + c_r - v_r) \int_{(1-\delta)Q}^Q F(y) dy] \\ \Pi_r^F(Q) &= (p + g_r - v_r)S(Q) - (w_m^F + c_r - v_r)Q + (w_m^F + c_r - v_r) \int_{(1-\delta)Q}^Q F(y) dy \\ &\quad - g_r E(D) \end{aligned}$$

$\Pi_m^F$  , imalatçının kârı olmak üzere,  $\Pi_m^F = T_m^F - G_m - C_m - T_s^F$  formülüyle bulunabilir. Tanımlı eşitlikler yerine konulduğunda, imalatçının kâr fonksiyonu aşağıdaki hesaplanabilir.

$$\begin{aligned} \Pi_m^F(Q) &= [w_m^F Q - (w_m^F + c_r - v_r) \int_{(1-\delta)Q}^Q F(y) dy] \\ &\quad - g_m(E(D) - S(Q)) - c_m Q - [w_s^F Q - (w_s^F + c_m) \int_{(1-\delta)Q}^Q F(y) dy] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Pi_m^F(Q) &= g_m S(Q) - (w_s^F - w_m^F + c_m)Q + (w_s^F - w_m^F + c_m - c_r + v_r) \int_{(1-\delta)Q}^Q F(y)dy \\ &\quad - g_m E(D)\end{aligned}$$

$\Pi_s^F$ , tedarikçinin kârı olmak üzere,  $\Pi_s^F = T_s^F + V_s - G_s - C_s$  formülüyle ile hesaplanabilir.

Tanımlı eşitlikler yerine konulduğunda, imalatçının kâr fonksiyonu aşağıdaki hesaplanabilir.

$$\begin{aligned}\Pi_s^F(Q) &= w_s^F Q - (w_s^F + c_m) \int_{(1-\delta)Q}^Q F(y)dy + v_s(Q - S(Q)) \\ &\quad - g_s(E(D) - S(Q)) - c_s Q\end{aligned}$$

$$\Pi_s^F(Q) = (g_s - v_s)S(Q) - (c_s - w_s^F - v_s)Q - (w_s^F + c_m) \int_{(1-\delta)Q}^Q F(y)dy - g_s E(D)$$

Üç kademeli tedarik zincirinde, miktar esnekliği kontratı altında üyelere ait kâr fonksiyonları incelendiğinde, tedarik zinciri koordinasyon mekanizmasına ilişkin aşağıdaki çıkarımlar yapılabilir:

- Miktar esnekliği oranı (  $\delta$  ) arttıkça, perakendecinin stok maliyeti azalmakta, bunun sonucunda kâr miktarı artmaktadır. Diğer tedarik zinciri üyeleri perakendeciye sağlanan esneklik oranı karşılığında, tedarik zinciri sipariş miktarının optimum olmasını ve kâr paylaşımının adil olmasını beklenmektedir.
- İmalatçı, perakendeci tarafından belirlenen optimum sipariş miktarını karşılaması için perakendeciye sunduğu miktar esnekliği karşılığında, tedarikçinin sağladığı miktar esnekliği yanında, belirleyeceği optimum toptan satış fiyatı,  $w_m^F$  ile kendi kâr miktarını optimize etmeye çalışmaktadır.
- Tedarikçi ise imalatçıya sağladığı esneklik karşılığında, belirleyeceği optimum toptan satış fiyatı,  $w_s^F$  ile kendi kâr miktarını optimize etmeye amaçlamaktadır.

Yukarda koordinasyon mekanizması ile ilgili tüm beklentilerin karşılanması, miktar esnekliği kontratı ile koordinasyon sağlanması için kontrata ait karar değişkenlerinin

üyeler tarafından müşterek olarak belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Koordinasyonun için iki temel koşulun birlikte sağlanması gerekmektedir:

Birinci koşul, perakendeciden imalatçıya, geçilecek sipariş miktarlarının tedarik zinciri optimum sipariş miktarına eşit olması gerekmektedir. Matematiksel ifade ile,

**Koşul 1:**  $F(Q_r^{F*}) = F(Q_{sc}^*)$

Bu koşulu sağlayacak sipariş esneklik oranı ( $\delta$ ) belirlenmesi için matematiksel çözümlemeye ihtiyaç vardır. Perakendecinin optimum siparişi, kâr fonksiyonunun türevi alınıp 0'a eşitlenerek aşağıda elde edilmektedir.

$$\Pi_r^F(Q) = (p + g_r - v_r)S(Q) - (w_m^F + c_r - v_r)Q + (w_m^F + c_r - v_r) \int_{(1-\delta)Q}^Q F(y)dy - g_r E(D)$$

$$\frac{d\Pi_r^F(Q)}{dQ} = (p + g_r - v_r)(1 - F(Q)) - (w_m^F + c_r - v_r)[1 - F(Q) + (1 - \delta)F((1 - \delta)Q)]$$

$$\frac{d\Pi_r^F(Q)}{dQ} = 0 \Rightarrow F(Q_r^{F*}) = 1 - \frac{(w_m^F + c_r - v_r)[1 - F(Q_r^{F*}) + (1 - \delta)F((1 - \delta)Q_r^{F*})]}{p + g_r - v_r}$$

Perakendecinin optimum sipariş miktarı ile merkezi tedarik zinciri optimum sipariş miktarı eşitliği sağlanarak, miktar esnekliği oranına ait matematiksel ifade aşağıda elde edilmektedir.

$$F(Q_r^{F*}) = F(Q_{sc}^*) \Rightarrow 1 - \frac{(w_m^F + c_r - v_r)[1 - F(Q_r^{F*}) + (1 - \delta)F((1 - \delta)Q_r^{F*})]}{p + g_r - v_r} = F(Q_{sc}^*)$$

$$(1 - \delta)F((1 - \delta)Q_{sc}^*) = \frac{(1 - F(Q_{sc}^*)(p + g_r - w_m^F - c_r))}{(w_m^F + c_r - v_r)}$$

İkinci koşul, optimum tedarik zinciri sipariş miktarı ile elde edilecek kâr miktarlarının, üyeler arasında adil ve cazip kâr paylaşımını sağlanması gerekliliğidir. Üyeler arasında adil kâr paylaşımı için kontrat karar değişkenleri (  $w_m^F, w_s^F$  ), optimum şekilde belirlenmelidir. Bunun sağlanması için, üyelerin miktar esnekliği kontratı altında elde edecekleri kâr miktarlarının, merkezkaç koşullarda elde edecekleri kâr miktarlarından fazla olması gerekmektedir. Matematiksel ifade ile,

**Koşul 2:**  $\Pi_r^F(Q_{SC}^*) \geq \Pi_r(Q_r^*)$  ,  $\Pi_m^F(Q_{SC}^*) \geq \Pi_m(Q_r^*)$  ve  $\Pi_s^F(Q_{SC}^*) \geq \Pi_s(Q_r^*)$

$$\begin{aligned} \Pi_r^F(Q_{SC}^*) &= (p + g_r - v_r)S(Q_{SC}^*) - (w_m^F + c_r - v_r)Q_{SC}^* \\ &\quad + (w_m^F + c_r - v_r) \int_{(1-\delta)Q_{SC}^*}^{Q_{SC}^*} F(y)dy - g_r E(D) \\ &\geq \\ \Pi_r(Q_r^*) &= (p + g_r - v_r)S(Q_r^*) - (w_m + c_r - v_r)Q_r^* - g_r E(D) \\ w_m^F &\leq \frac{(p + g_r - v_r)(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) + (w_m + c_r - v_r)Q_r^*}{Q_{SC}^* - \int_{(1-\delta)Q_{SC}^*}^{Q_{SC}^*} F(y)dy} - c_r + v_r \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Pi_m^F(Q) &= g_m S(Q_{SC}^*) - (w_s^F - w_m^F + c_m)Q_{SC}^* \\ &\quad + (w_s^F - w_m^F + c_m - c_r + v_r) \int_{(1-\delta)Q_{SC}^*}^{Q_{SC}^*} F(y)dy - g_m E(D) \\ &\geq \\ \Pi_m(Q_r^*) &= g_m S(Q_r^*) - (w_s - w_m + c_m)Q_r^* - g_m E(D) \\ w_m^F - w_s^F &\geq \frac{(w_m - w_s - c_m)Q_r^* - g_m(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) + (c_r - v_r) \int_{(1-\delta)Q_{SC}^*}^{Q_{SC}^*} F(y)dy}{Q_{SC}^* - \int_{(1-\delta)Q_{SC}^*}^{Q_{SC}^*} F(y)dy} + c_m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Pi_s^F(Q) &= (g_s - v_s)S(Q_{SC}^*) - (c_s - w_s^F - v_s)Q_{SC}^* - (w_s^F + c_m) \int_{(1-\delta)Q_{SC}^*}^{Q_{SC}^*} F(y)dy \\
&\quad - g_s E(D) \\
&\geq \\
\Pi_s(Q_r^*) &= g_s S(Q_r^*) - (c_s - w_s)Q_r^* - g_s E(D) \\
w_s^F &\geq \frac{(w_s - c_s)Q_r^* - g_s(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) - v_s(Q_{SC}^* - S(Q_{SC}^*)) + (c_s - c_m)Q_{SC}^*}{Q_{SC}^* - \int_{(1-\delta)Q_{SC}^*}^{Q_{SC}^*} F(y)dy} \\
&\quad + c_m
\end{aligned}$$

Yukarda karar değişkenleri için tespit edilen matematiksel ilişkiler, tedarik zincirinin miktar esnekliği kontratı altında koordinasyonu için, simülasyon çalışmasında kullanılacaktır.



## 5. BÖLÜM

### ÜÇ KADEMELİ TEDARİK ZİNCİRİ SİMÜLASYONU

Bu bölümde, üç kademeli tedarik zinciri koordinasyonu için kullanılacak kontratların koordinasyon yeteneklerinin test edilmesi için simülasyon çalışmasına yer verilmektedir. Bir önceki bölümde, kontratlarla koordinasyon konusunda yapılan teorik çerçevedeki çalışmada yer alan varsayımlar ve elde edilen matematiksel ilişkiler, bu bölümde simülasyon çalışmasına girdi teşkil etmektedir. Çalışmada kullanılan tedarik zinciri modeli için merkezkaç, merkezi ve kontratlarla koordinasyon senaryoları, simülasyondan elde edilecek temel performans göstergelerine ait sayısal veriler yardımıyla kıyaslanmaktadır.

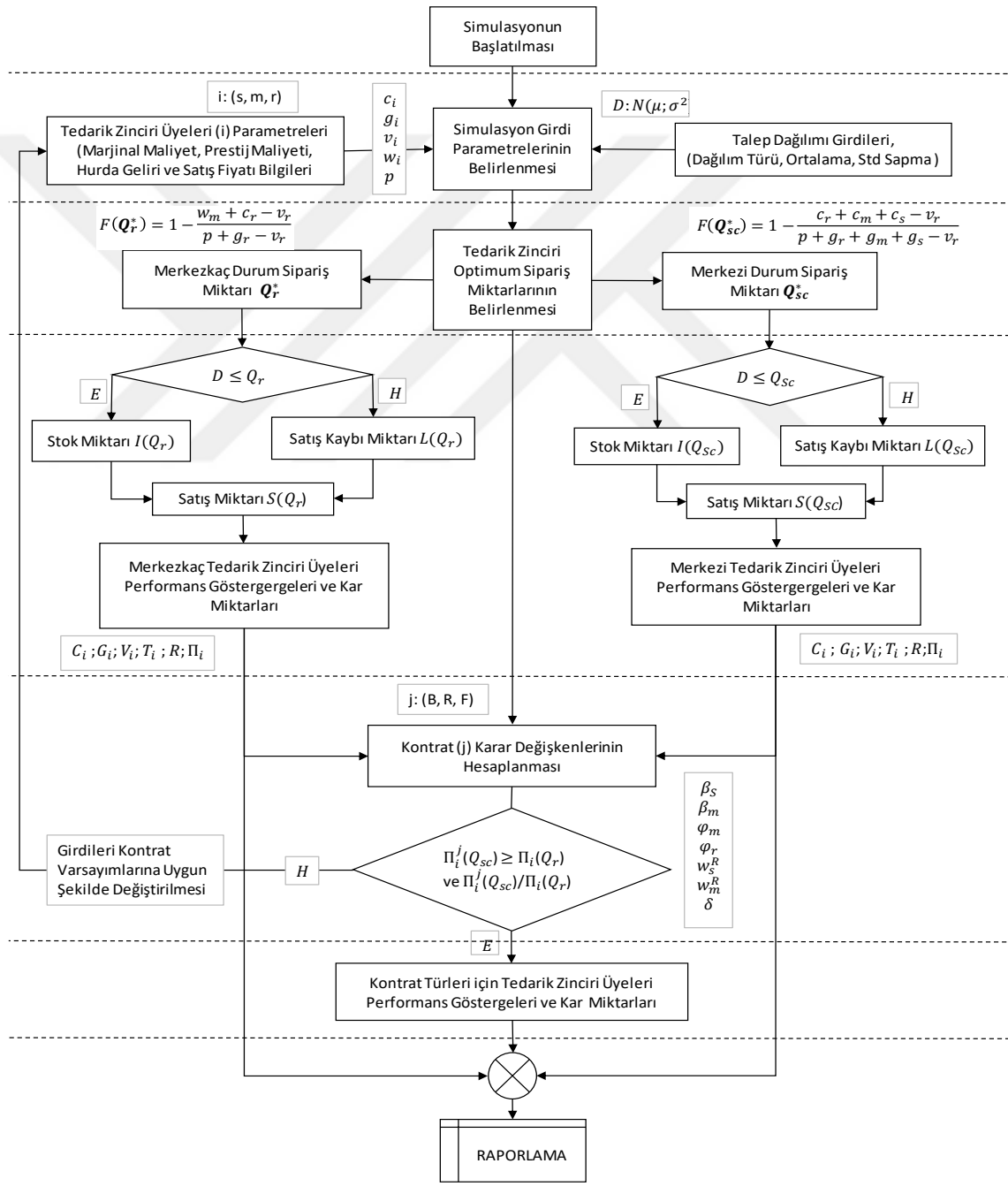
#### 5.1. Üç Kademeli Tedarik Zinciri Simülasyon Modeli

Simülasyon modelleri, tedarik zinciri konulu çalışmalarda çok etkili ve faydalı yöntemlerdir. Bu çalışmada aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı simülasyon yöntemi kullanılması düşünülmüştür:

- Simülasyon sayesinde, kontratlara ait karar değişkenleri için gereken çok karmaşık matematiksel hesaplamalar kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir.
- Talep dağılımı verisi, seçilecek talep dağılım tipine ve parametrelerine bağlı olarak istenilen örneklem büyüklüğünde sistematik olarak üretilebilmektedir.
- Kontratların planlama aşamasında, girdi değerlerinin düzeylerinde yapılacak değişimlerin, performans göstergeleri üzerindeki etkileri anlık gözlemlenerek, hızlı ve doğru karar almayı kolaylaştırmaktadır.

- Simülasyon yardımıyla, kontratlar devam ederken, tedarik zinciri üyeleri parametrelerinde yapılması gereken değişiklikler, süreç kesintisine ihtiyaç duyulmaksızın yapılabilmekte ve sonuçları analiz edilebilmektedir.

Simülasyon çalışmasında kullanılacak akış şeması Şekil 5.1.'de sunulmuştur. Bu akış şemasında yer alan temel işlemler ayrı başlıklarda açıklanacaktır.



Şekil 5.1. Kontratlarla Üç Kademeli Tedarik Zinciri Koordinasyonu Simülasyon Şeması

### 5.1.1. Simülasyon Girdi Parametrelerinin Belirlenmesi

Üç kademeli tedarik zinciri simülasyonunda kullanılacak girdi parametreleri, tedarik zinciri üyeleri parametreleri ve talep dağılımı girdileri olmak üzere, iki ana veri grubundan oluşmaktadır:

- Tedarik zinciri üyeleri parametreleri, tedarik zinciri üyelerine ait temel girdi parametrelerinden oluşmaktadır. Üyelere ait gösterge i: (s,m,r) sırasıyla tedarikçi, imalatçı ve perakendeci olmak üzere, her üyenin marjinal üretim maliyetleri ( $c_i$ ), prestij maliyetleri ( $g_i$ ) hurda değerleri ( $v_i$ ), toptan satış fiyatları ( $w_i$ )\* ve perakende satış fiyatı (p) olarak gösterilmektedir. Bu parametreler belirlenirken, daha önceki bölümde model kurulumu çalışmalarında yer alan varsayımlara uygun kısıtlar göz önünde bulundurulmaktadır. Tedarik zinciri üyeleri girdi parametrelerine ait kısıtlar aşağıda sunulmuştur:
  - Tüm üyelere ait girdi parametreleri pozitif rasyonel sayı olmalıdır. ( $p, w_i, v_i, g_i, c_i > 0$ )
  - Ürünün perakende satış fiyatı, imalatçının toptan satış fiyatı ve tedarikçinin toptan satış fiyatı arasında ( $p > w_m > w_s$ ) koşulu vardır.
  - Tedarikçinin ve imalatçının toptan satış fiyatları, kendi marjinal maliyetinden büyük olmalıdır. ( $w_s > c_s$  ve  $w_m > c_m$ )
  - Tedarikçinin ve imalatçının toptan satış fiyatları, kendi hurda değerlerinden büyük olmalıdır. ( $w_s > v_s$  ve  $w_m > v_m$ )
- Talep dağılım bilgileri, seçilecek talep dağılım türüne ait temel parametrelerden simülasyon yardımıyla üretilmektedir. Bu çalışmada, talep dağılım türü, Normal Dağılım olarak belirlenmiştir. Belirlenecek ortalama ve standart sapma girdileri ile rassal olarak talep verisi üretilmektedir.

### 5.1.2. Tedarik Zinciri Sipariş Miktarlarının Belirlenmesi

Simülasyonda, belirlenen girdi parametreleri ile üretilecek, merkezkaç ve merkezi tedarik zinciri sipariş miktarlarının hesaplanması, kontratlarla koordinasyon çalışmasına temel oluşturmaktadır. Kontrat modellerinde kullanılacak karar değişkenlerinin hesaplanmasında ve tüm kontrat türlerinin aynı koşullar altında koordinasyon yeteneklerinin incelenmesi için sipariş miktarlarının önceden belirlenmesi gerekmektedir.

- Merkezkaç tedarik zinciri için sipariş miktarı,

$$F(Q_r^*) = 1 - \frac{w_m + c_r - v_r}{p + g_r - v_r} \Rightarrow Q_r^* = F^{-1} \left( 1 - \frac{w_m + c_r - v_r}{p + g_r - v_r} \right)$$

- Merkezi tedarik zinciri için sipariş miktarı,

$$F(Q_{SC}^*) = 1 - \frac{c_r + c_m + c_s - v_r}{p + g_r + g_m + g_s - v_r} \Rightarrow Q_{SC}^* = F^{-1} \left( 1 - \frac{c_r + c_m + c_s - v_r}{p + g_r + g_m + g_s - v_r} \right)$$

eşitlikleri kullanılarak hesaplanmaktadır. Burada, F talebin birikimli olasılık dağılım fonksiyonu olmak üzere, sipariş miktarları, normal dağılım için Norm. Ters ( $x; \mu; \sigma$ ) fonksiyonuyla belirlenebilmektedir.

### 5.1.3. Merkezkaç ve Merkezi Durum Performans Göstergeleri ve Kâr Miktarları

Kontrat modellerine ait karar değişkenlerinin belirlenmesi için, üyelerinin merkezkaç ve merkezi durumda hesaplanan sipariş miktarları ( $Q_r^*, Q_{SC}^*$ ) kullanılarak, aşağıdaki temel performans göstergeleri ve onlardan elde edilecek kâr miktarlarının hesaplanması gerekmektedir:

- Talebin Beklenen Değeri:  $E(D) = \mu$
- Beklenen Satış Miktarı :  $S(Q) = \min(Q, D)$
- Dönem Sonu Stoğu :  $I(Q) = (Q - D)^+$
- Satış Kaybı Miktarı:  $L(Q) = (D - Q)^+$

- Toplam Marjinal Maliyetler:  $C_i = c_i Q$
- Toplam Prestij Maliyetleri:  $G_i = g_i(E(D) - S(Q))$
- Toplam Hurda Geliri:  $V_i = v_i I(Q)$
- Toplam Ödemeler:  $T_i = w_i Q$
- Satış Geliri:  $R = pS(Q)$

Tedarik zinciri üyelerine ait kâr miktarları yukardaki performans göstergeleri kullanılarak hesaplanmaktadır:

$$\Pi_r = R + V_r - G_r - C_r - T_m$$

$$\Pi_m = T_m - G_m - C_m - T_s$$

$$\Pi_s = T_s - G_s - C_s$$

#### 5.1.4. Kontrat Karar Değişkenlerinin Hesaplanması

Kontratlarla koordinasyon konusunda önerilen modellerde, karar değişkenlerine ilişkin matematiksel ilişkilerin tespit edilmesi iki temel önermeye dayanmaktadır.

İlk önerme, tedarik zinciri üyelerinin tedarik zinciri optimum siparişi ile kontrat altında elde edecekleri kâr miktarlarının, merkezkaç durumda elde edecekleri kâr miktarlarından büyük olması gerektiğidir:

$$\Pi_i^j(Q_{sc}^*) \geq \Pi_i(Q_r^*)$$

j, kontrat kümesi göstergesi olmak üzere, j: (B,R,F) sırasıyla, geri alım, gelir paylaşımı ve miktar esnekliği kontratlarını sembolize etmektedir.

i: tedarik zinciri üyeleri için göstergesi i:(s,m,r) sırasıyla, tedarikçi, imalatçı ve perakendeci için kullanılmaktadır.

Kontrat karar değişkenleri için sadece yukardaki önerme ile sonsuz sayıda çözüm kümesi elde edilebilmektedir. Her kontrat değişkeni için tekil çözüme ulaşmak, kontratların aynı koşullarda karşılaştırılması için önem arz etmektedir. Ayrıca, tedarik zinciri üyeleri arasında, kâr paylaşımının adil olması gerekmektedir. Bunun sağlanması için ikinci önerme, üyelerin kâr miktarlarındaki artış oranlarının eşit olmasıdır:

$$\frac{\Pi'_s(Q_{SC}^*)}{\Pi_s(Q_r^*)} = \frac{\Pi'_m(Q_{SC}^*)}{\Pi_m(Q_r^*)} = \frac{\Pi'_r(Q_{SC}^*)}{\Pi_r(Q_r^*)}$$

Bu önermelerden yola çıkarak üzerinde çalışılan kontratlara ait karar değişkenleri, açıklamaları ve hesaplanmasıyla ilgili çıkarılan matematiksel ifadeler aşağıda verilmiştir:

**a. Geri Alım Kontratı Karar Değişkenleri:**

$\beta_m$ : Perakendecinin elinde kalan stok için, imalatçının geri alım fiyatı.

$\beta_s$ : İmalatçının elinde kalan stok için, tedarikçinin geri alım fiyatı

olmak üzere, aşağıdaki eşitlikleri sağlamalıdır:

$$\beta_m \geq \frac{(w_m + c_r)(Q_{SC}^* - Q_r^*) - (p + g_r)(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) + v_r(Q_r^* - S(Q_r^*))}{Q_{SC}^* - S(Q_{SC}^*)}$$

$$\beta_m - \beta_s \leq \frac{g_m(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) - (w_s - w_m + c_m)(Q_{SC}^* - Q_r^*)}{Q_{SC}^* - S(Q_{SC}^*)}$$

$$\beta_s \leq \frac{g_s(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) - (c_s - w_s)(Q_{SC}^* - Q_r^*)}{Q_{SC}^* - S(Q_{SC}^*)} + v_s$$

$p > w_m > \beta_m > v_r$  ve  $w_m > w_s > \beta_s > v_m$  koşulları sağlanmalıdır.

**b. Gelir Paylaşımı Kontratı Karar Değişkenleri**

$w_m^R$ : İmalatçının perakendeciye uygulayacağı daha düşük toptan satış fiyatı ( $w_m^R < w_m$ )

$w_s^R$ : Tedarikçinin imalatçıya uygulayacağı daha düşük toptan satış fiyatı ( $w_s^R < w_s$ )

$\varphi_r$ : Perakendecinin, perakende satış gelirinin kendinde kalan oranı ( $0 < \varphi_r < 1$ )

$\varphi_m$ : İmalatçının, perakende satış gelirinin kendinde kalan oranı ( $0 < \varphi_m < 1$ )

olmak üzere, aşağıdaki matematiksel eşitlikleri sağlamalıdır:

$$w_m^R = \varphi_r \frac{p(c_r + c_m + c_s - v_r)}{p + g_r + g_m + g_s - v_r} + \frac{(g_r - v_r)(c_m + c_s) - (c_r - v_r)(p + g_m + g_s)}{p + g_r + g_m + g_s - v_r}$$

$$w_s^R = (\varphi_m(1 - \varphi_r) + \varphi_r) \frac{p(c_r + c_m + c_s - v_r)}{p + g_r + g_m + g_s - v_r} + \frac{c_s(g_r + g_m - v_r) - (p + g_s)(c_r + c_m - v_r)}{p + g_r + g_m + g_s - v_r}$$

$$\varphi_r \geq \frac{(p + g_r - v_r)S(Q_r^*) - (w_m + c_r - v_r)Q + (w_m^R + c_r - v_r)Q_{SC}^*}{pS(Q_{SC}^*)} - \frac{g_r - v_r}{p}$$

$$\varphi_m(1 - \varphi_r) \geq \frac{g_m S(Q_r^*) - (w_s - w_m + c_m)Q_r^* + (w_s^R - w_m^R + c_m)Q_{SC}^*}{pS(Q_{SC}^*)} - \frac{g_m}{p}$$

$$(1 - \varphi_m)(1 - \varphi_r) \geq \frac{g_s S(Q_r^*) - (c_s - w_s)Q_r^* + (c_s - w_s^R)Q_{SC}^*}{pS(Q_{SC}^*)} - \frac{g_s}{p}$$

### c. Miktar Esnekliği Kontratı Karar Değişkenleri

$\delta$ : İmalatçının perakendeciye, tedarikçinin imalatçıya sunduğu miktar esnekliği oranı,

$w_m^F$ : İmalatçının perakendeciye uygulayacağı toptan satış fiyatı

$w_s^F$ : Tedarikçinin imalatçıya uygulayacağı toptan satış fiyatı

olmak üzere, aşağıdaki koşulları sağlamalıdır:

$$(1 - \delta)F((1 - \delta)Q_{SC}^*) = \frac{(1 - F(Q_{SC}^*)(p + g_r - w_m^F - c_r))}{(w_m^F + c_r - v_r)}$$

$$w_m^F \leq \frac{(p + g_r - v_r)(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) + (w_m + c_r - v_r)Q_r^*}{Q_{SC}^* - \int_{(1-\delta)Q_{SC}^*}^{Q_{SC}^*} F(y)dy} - c_r + v_r$$

$$w_m^F - w_s^F \geq \frac{(w_m - w_s - c_m)Q_r^* - g_m(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) + (c_r - v_r) \int_{(1-\delta)Q_{SC}^*}^{Q_{SC}^*} F(y)dy}{Q_{SC}^* - \int_{(1-\delta)Q_{SC}^*}^{Q_{SC}^*} F(y)dy} + c_m$$

$$w_s^F \geq \frac{(w_s - c_s)Q_r^* - g_s(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) - v_s(Q_{SC}^* - S(Q_{SC}^*)) + (c_s - c_m)Q_{SC}^*}{Q_{SC}^* - \int_{(1-\delta)Q_{SC}^*}^{Q_{SC}^*} F(y)dy} + c_m$$

#### 5.1.5. Tedarik Zinciri Kontrat Modeli Performans Göstergeleri ve Kâr Miktarları

Bu çalışmanın temel odak noktası, üç kademeli tedarik zinciri modelinde üç değişik kontratla koordinasyon konusunun araştırılmasıdır. Farklı kontratlar altında tedarik zinciri üyelerine ait kâr miktarlarının kıyaslanması, kontrat türlerinin üyeler tarafından kabul edilip edilmesinde belirleyici olmaktadır. Kâr miktarları dışında, üyelere ait diğer performans göstergelerinin de ölçülebiliyor olması, koordinasyon stratejilerinin belirlenmesi ve koordinasyon değerlemesi açısından kontrat paydaşlarına anlamlı bilgi sağlamaktadır. Tedarik zinciri üyeleri, kontrat parametrelerinin belirlenmesi ve revize edilmesi kararlarını sadece kâr miktarları bilgisini bağlı kalarak değil, kendileri açısından anlamlı gördükleri tüm performans göstergelerini de gözlemleyerek alabilmektedir.

Simülasyon çalışması genel akış şemasında yer alan bütün adımların gerçekleştirilmesi sonucunda, kontrat modelleri için tedarik zinciri üyelerine ait performans göstergeleri ve kâr miktarları elde edilmektedir. Kontratlarla koordinasyon çalışması için gerçekleştirilecek simülasyon çalışmasında kullanılacak kontrat karar değişkenlerinin belirlenmesi, temel performans göstergeleri ve kâr miktarlarının belirlenmesine ilişkin genel matematiksel problem tanımlaması aşağıda Tablo 5.1’de verilmektedir.



Tablo 5.1. Kontratlarla Tedarik Zinciri Koordinasyonu Problem Tanımlaması

Gösterge:  $i=s,m,r$ ;  $j=B,R,F$

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Max } \Pi_i^j(Q_{SC}^*)$$

Karar Değişkenleri :

$$\beta_m, \beta_s, w_m^R, w_s^R, \varphi_r, \varphi_m, \delta, w_m^F, w_s^F,$$

Kısıtlar:

$$\Pi_i^j(Q_{SC}^*) \geq \Pi_i(Q_r^*)$$

$$\frac{\Pi_s^j(Q_{SC}^*)}{\Pi_s(Q_r^*)} = \frac{\Pi_m^j(Q_{SC}^*)}{\Pi_m(Q_r^*)} = \frac{\Pi_r^j(Q_{SC}^*)}{\Pi_r(Q_r^*)}$$

$$\beta_m \geq \frac{(w_m + c_r)(Q_{SC}^* - Q_r^*) - (p + g_r)(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) + v_r(Q_r^* - S(Q_r^*))}{Q_{SC}^* - S(Q_{SC}^*)}$$

$$\beta_m - \beta_s \leq \frac{g_m(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) - (w_s - w_m + c_m)(Q_{SC}^* - Q_r^*)}{Q_{SC}^* - S(Q_{SC}^*)}$$

$$\beta_s \leq \frac{g_s(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) - (c_s - w_s)(Q_{SC}^* - Q_r^*)}{Q_{SC}^* - S(Q_{SC}^*)} + v_s$$

$$w_m^R = \varphi_r \frac{p(c_r + c_m + c_s - v_r)}{p + g_r + g_m + g_s - v_r} + \frac{(g_r - v_r)(c_m + c_s) - (c_r - v_r)(p + g_m + g_s)}{p + g_r + g_m + g_s - v_r}$$

$$w_s^R = (\varphi_m(1 - \varphi_r) + \varphi_r) \frac{p(c_r + c_m + c_s - v_r)}{p + g_r + g_m + g_s - v_r} + \frac{c_s(g_r + g_m - v_r) - (p + g_s)(c_r + c_m - v_r)}{p + g_r + g_m + g_s - v_r}$$

$$\varphi_r \geq \frac{(p + g_r - v_r)S(Q_r^*) - (w_m + c_r - v_r)Q_r^* + (w_m^R + c_r - v_r)Q_{SC}^*}{pS(Q_{SC}^*)} - \frac{g_r - v_r}{p}$$

$$\varphi_m(1 - \varphi_r) \geq \frac{g_mS(Q_r^*) - (w_s - w_m + c_m)Q_r^* + (w_s^R - w_m^R + c_m)Q_{SC}^*}{pS(Q_{SC}^*)} - \frac{g_m}{p}$$

$$(1 - \varphi_m)(1 - \varphi_r) \geq \frac{g_sS(Q_r^*) - (c_s - w_s)Q_r^* + (c_s - w_s^R)Q_{SC}^*}{pS(Q_{SC}^*)} - \frac{g_s}{p}$$

$$(1 - \delta)F((1 - \delta)Q_{SC}^*) = \frac{(1 - F(Q_{SC}^*)(p + g_r - w_m^F - c_r))}{(w_m^F + c_r - v_r)}$$

$$w_m^F \leq \frac{(p + g_r - v_r)(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) + (w_m + c_r - v_r)Q_r^*}{Q_{SC}^* - \int_{(1-\delta)Q_{SC}^*}^{Q_{SC}^*} F(y)dy} - c_r + v_r$$

$$w_m^F - w_s^F \geq \frac{(w_m - w_s - c_m)Q_r^* - g_m(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) + (c_r - v_r) \int_{(1-\delta)Q_{SC}^*}^{Q_{SC}^*} F(y)dy}{Q_{SC}^* - \int_{(1-\delta)Q_{SC}^*}^{Q_{SC}^*} F(y)dy} + c_m$$

$$w_s^F \geq \frac{(w_s - c_s)Q_r^* - g_s(S(Q_{SC}^*) - S(Q_r^*)) - v_s(Q_{SC}^* - S(Q_{SC}^*)) + (c_s - c_m)Q_{SC}^*}{Q_{SC}^* - \int_{(1-\delta)Q_{SC}^*}^{Q_{SC}^*} F(y)dy} + c_m$$

$$p > w_m > \beta_m > v_r; w_m > w_s > \beta_s > v_m; \beta_s > \beta_m; w_m^R < w_m; w_s^R < w_s; 0 < \varphi_r < 1; 0 < \varphi_m < 1; 0 < \delta < 1; p, w_i, v_i, g_i, c_i > 0$$

## 5.2. Sayısal Simülasyon Uygulaması

Bu bölümde, kontratlarla üç kademeli tedarik zinciri koordinasyonu konusunda yapılan teorik ve kavramsal çalışmalarda elde edilen matematiksel modellerin geçerliliğini ve uygulanabilirliğini göstermek için sayısal simülasyon örneğine yer verilmektedir. Simülasyon problem tanımlamasında yer verilen kontrat modelleri ile ilgili karmaşık matematiksel ilişkiler, sayısal simülasyon örneği ile somutlaştırılmaktadır. Tedarik zinciri koordinasyonu konusunda çalışmada incelenen merkezkaç, merkezi ve kontrat modeli senaryolarına ait performans göstergeleri ve kâr miktarları hesaplanmaktadır.

### 5.2.1. Sayısal Simülasyon Girdileri

Simülasyon sayısal uygulaması, MS Excel uygulaması ve bu uygulamayla bütünleşik çalışan VBA makroları ve Çözücü (Solver) eklentileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tedarik zinciri üyelerine ait maliyet ve satış fiyatı gibi girdi parametreleri bütün senaryolarda aynı kalacak şekilde simülasyona dahil edilmiştir. Stokastik talep girdisi, Normal dağılıma uygun, 200 adet rassal veri setinden oluşturulmuştur.

Sayısal simülasyon uygulamasında kullanılan tedarik zinciri üyelerine ait girdi parametreleri parasal değer cinsinden, aşağıda Tablo 5.2 de verilmiştir.

Tablo 5.2. Tedarik Zinciri Üyeleri Girdi Parametreleri

| Parametre Açıklaması | Tedarikçi |    | İmalatçı |    | Perakendeci |    |
|----------------------|-----------|----|----------|----|-------------|----|
| Marjinal Maliyet     | $c_s$     | 20 | $c_m$    | 10 | $c_r$       | 5  |
| Prestij Maliyeti     | $g_s$     | 4  | $g_m$    | 6  | $g_r$       | 10 |
| Hurda Değeri         | $v_s$     | 16 | $v_m$    | 24 | $v_r$       | 30 |
| Satış Fiyatı         | $w_s$     | 40 | $w_m$    | 64 | $p$         | 80 |

Tedarik zinciri üyeleri için tabloda belirlenen sayısal değerler dikkatle incelendiğinde, maliyet ve satış fiyatı parametrelerinin, tedarik zinciri üyelerinin modeldeki konumuyla

uyumlu ve tutarlı olduğu görülmektedir. Marjinal maliyetler dikkate alındığında, tedarikçinin maliyetinin, yüksek olduğu öngörülmektedir. Tedarik zincirinde, müşteriye talebi karşılanamaması durumunda ortaya çıkacak prestij maliyetinin perakendeci tarafında daha fazla hissedileceği gerçeği dikkate alınmıştır. Tedarik zinciri üyelerine ait hurda değerleri, stoğun geri dönüştürülebilme ihtimali ve üzerine konulan katma değerın büyüklüğüne göre tedarikçiden perakendeciye artan birikimli olarak belirlenmiştir.

Tedarik zinciri girdi parametreleri, üyelerin zincirdeki konumlarıyla uyumlu olduğu gibi, tedarik zinciri model varsayımlarıyla da çalışmayacak şekilde belirlenmiştir. Tedarik zinciri matematiksel modelinde belirtilen,

- ürünün perakende satış fiyatı, imalatçının toptan satış fiyatı ve tedarikçinin toptan satış fiyatı arasında ( $p > w_m > w_s$ ) koşulu,
- tedarikçinin ve imalatçının toptan satış fiyatları, kendi marjinal maliyetinden büyük olması ( $w_s > c_s$  ve  $w_m > c_m$ ) koşulu,
- tedarikçinin ve imalatçının toptan satış fiyatları, kendi hurda değerlerinden büyük olması ( $w_s > v_s$  ve  $w_m > v_m$ ) koşulu,

belirlenen sayısal girdi parametreleriyle sağlanmıştır.

Simülasyonda kullanılacak stokastik talep verisi, Excel içinde yer alan S\_SAYI\_URET() fonksiyonu (Mersenne Twister Algoritması) ve makrolar kullanılarak rassal olarak oluşturulmuştur. Talep veri seti, 200 adet talep verisinden belirlenen dağılım türü ve o dağılım türüne ait girilen parametrelerle üretilmiştir. Bu çalışmada kullanılan talep verisine ait girdi parametreleri ve oluşturulan veri setine ait gerçekleşen simülasyon parametre değerleri aşağıda Tablo 5.3 'de sunulmuştur.

Tablo 5.3. Talep Dağılım Girdileri

| TALEP DAĞILIMI GİRDİLERİ        |          |        | VERİ SETİ<br>PARAMETRELERİ |
|---------------------------------|----------|--------|----------------------------|
| DAĞILIM TÜRÜ :                  |          | Normal |                            |
| Ortalama                        | $\mu$    | 100    | 100,93                     |
| Std Sapma                       | $\sigma$ | 25     | 25,74                      |
| 1 . RASSAL TALEP VERİSİ OLUŞTUR |          |        |                            |

Simülasyonda, talep dağılımı  $N(100, 25^2)$  şeklinde tanımlanmıştır. Talep için, Normal dağılıma sahip, ortalaması 100 standart sapması 25 olan bir veri seti oluşturulması planlanmıştır. Çalışmada kullanılacak, rassal olarak üretilen 200 adetlik talep verisine ait ortalama 100,93 ve standart sapma 25,74 olarak gerçekleşmiştir.

### 5.2.2. Tedarik Zinciri Merkezkaç ve Merkezi Sipariş Miktarlarının Hesaplanması

Tedarik zinciri üyene ait girdi parametreleri ve talep dağılım girdileri kullanılarak, tedarik zincirinin Merkezkaç ve Merkezi durumlarda ortaya çıkan optimum sipariş miktarları, tedarik zinciri matematiksel modelinde elde edilen eşitlikler ve NORM.TERS(olasılık;ortalama;std.sapma) fonksiyonu kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen simülasyon çıktısı aşağıda Tablo 5.4’de sunulmuştur.

Tablo 5.4. Tedarik Zinciri Sipariş Miktarları

| Merkezkaç Durum                     |       | Merkezi Durum |       |                                                                             |
|-------------------------------------|-------|---------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------|
| $F_r =$                             | 0,350 | $F_{sc} =$    | 0,929 | $F(Q_r^*) = 1 - \frac{w_m + c_r - v_r}{p + g_r - v_r}$                      |
| $Q_r^* =$                           | 90,37 | $Q_{sc}^* =$  | 136,6 | $F(Q_{sc}^*) = 1 - \frac{c_r + c_m + c_s - v_r}{p + g_r + g_m + g_s - v_r}$ |
| 2 . OPTİMUM SİPARİŞ MİKTARI HESAPLA |       |               |       |                                                                             |

Simülasyona girilen formüller ve çalıştırılan fonksiyonlar ile tedarik zinciri için Merkezkaç ve Merkezi durumlara ait sipariş miktarları sırasıyla 90,37 ve 136,6 birim olarak hesaplanmıştır. Merkezi tedarik zinciri durumunda, sipariş miktarının çok daha

fazla olduğu görülmektedir. Sipariş miktarları Merkezkaç ve Merkezi tedarik zinciri senaryolarına ait performans göstergeleri ve kâr miktarlarının hesaplanmasında kullanılacaktır.

### 5.2.3 Merkezkaç ve Merkezi Tedarik Zinciri Performans Göstergeleri

Simülasyonda, merkezkaç ve merkezi senaryo için tedarik zinciri üyelerine ait performans göstergeleri ve kâr miktarları, matematiksel modelde elde edilen eşitlikler ve girdi parametreleri kullanılarak hesaplanmıştır. Tüm senaryolar için aşağıdaki performans göstergeleri ölçülmüştür:

- |                              |                        |
|------------------------------|------------------------|
| · Beklenen Satış Miktarı     | · Toplam Kâr Miktarı   |
| · Dönem Sonu Stok Miktarı    | · Toplam Satış Geliri  |
| · Satış Kaybı Miktarı        | · Toplam Hurda Geliri  |
| · Toplam Marjinal Maliyetler | · Toplam Ödeme Miktarı |
| · Toplam Prestij Maliyeti    |                        |

Merkezkaç ve Merkezi tedarik zinciri durumlarında simülasyon tarafından üretilen, performans göstergeleri raporu aşağıdaki Tablo 5.5’de sunulmuştur.

Tablodan görüldüğü üzere, sayısal veriler ile 4. Bölümde merkezi tedarik zinciri koordinasyonun tedarik zinciri üyelerine etkisi (Bakınız Tablo 4.1) analizi ile tutarlı olduğu görülmektedir. Merkezi durumda, tedarik zinciri optimum siparişinin artmasıyla birlikte, beklenen satış miktarı artmıştır. Satış miktarının artması, tüm tedarik zinciri için satış gelirlerinin artmasını sağladığı gibi beklenen satış kaybı miktarı da azalmıştır. Satış kaybı azalmasıyla tüm tedarik zinciri üyeleri için prestij maliyetlerinde azalma sağlanmıştır. Bu koşullarda, dönem sonu stoğunun artışından hiçbir şekilde etkilenmeyen, tedarikçi ve imalatçının kâr miktarlarında sırasıyla, %58 ve %64 oranlarında merkezkaç duruma göre artışlar gerçekleşmiştir.

Tablo 5.5. Merkezkaç ve Merkezi Tedarik Zinciri Performans Gösterge Raporu

| MERKEZKAÇ VE MERKEZİ TEDARİK ZİNCİRİ PERFORMANS GÖSTERGELERİ |                              |                                                                                                  |                                                                                                    |               |  |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--|
| TEDARİK ZİNCİRİ ÜYESİ                                        | PERFORMANS GÖSTERGESİ        | MERKEZKAÇ DURUM                                                                                  | MERKEZİ DURUM                                                                                      | Değişim Oranı |  |
| T<br>E<br>D<br>A<br>R<br>İ<br>K<br>Ç<br>İ                    | · Beklenen Satış Miktarı     | 85                                                                                               | 100                                                                                                | 117%          |  |
|                                                              | · Dönem Sonu Stok Miktarı    | 5                                                                                                | 37                                                                                                 | 747%          |  |
|                                                              | · Satış Kaybı Miktarı        | 16                                                                                               | 1                                                                                                  | 8%            |  |
|                                                              | · Toplam Marjinal Maliyetler | 1.800                                                                                            | 2.740                                                                                              | 152%          |  |
|                                                              | · Toplam Prestij Maliyeti    | 64                                                                                               | 5                                                                                                  | 8%            |  |
|                                                              | · Toplam Ödeme Miktarı       | 0                                                                                                | 0                                                                                                  | 0%            |  |
|                                                              | · Toplam Hurda Geliri        | 0                                                                                                | 0                                                                                                  | 0%            |  |
|                                                              | · Toptan Satış Geliri        | 3.600                                                                                            | 5.480                                                                                              | 152%          |  |
|                                                              | · <b>Toplam Kar Miktarı</b>  |  <b>1.736</b>   |  <b>2.735</b>   | <b>158%</b>   |  |
| İ<br>M<br>A<br>L<br>A<br>T<br>Ç<br>İ                         | · Beklenen Satış Miktarı     | 85                                                                                               | 100                                                                                                | 117%          |  |
|                                                              | · Dönem Sonu Stok Miktarı    | 5                                                                                                | 37                                                                                                 | 747%          |  |
|                                                              | · Satış Kaybı Miktarı        | 16                                                                                               | 1                                                                                                  | 8%            |  |
|                                                              | · Toplam Marjinal Maliyetler | 900                                                                                              | 1.370                                                                                              | 152%          |  |
|                                                              | · Toplam Prestij Maliyeti    | 96                                                                                               | 8                                                                                                  | 8%            |  |
|                                                              | · Toplam Ödeme Miktarı       | 3.600                                                                                            | 5.480                                                                                              | 152%          |  |
|                                                              | · Toplam Hurda Geliri        | 0                                                                                                | 0                                                                                                  | 0%            |  |
|                                                              | · Toptan Satış Geliri        | 5.760                                                                                            | 8.768                                                                                              | 152%          |  |
|                                                              | · <b>Toplam Kar Miktarı</b>  |  <b>1.164</b> |  <b>1.910</b> | <b>164%</b>   |  |
| P<br>E<br>R<br>A<br>K<br>E<br>N<br>D<br>E<br>C<br>İ          | · Beklenen Satış Miktarı     | 85                                                                                               | 100                                                                                                | 117%          |  |
|                                                              | · Dönem Sonu Stok Miktarı    | 5                                                                                                | 37                                                                                                 | 747%          |  |
|                                                              | · Satış Kaybı Miktarı        | 16                                                                                               | 1                                                                                                  | 8%            |  |
|                                                              | · Toplam Marjinal Maliyetler | 450                                                                                              | 685                                                                                                | 152%          |  |
|                                                              | · Toplam Prestij Maliyeti    | 159                                                                                              | 13                                                                                                 | 8%            |  |
|                                                              | · Toplam Ödeme Miktarı       | 5.760                                                                                            | 8.768                                                                                              | 152%          |  |
|                                                              | · Toplam Hurda Geliri        | 150                                                                                              | 1.122                                                                                              | 747%          |  |
|                                                              | · Perakende Satış Geliri     | 6.800                                                                                            | 7.968                                                                                              | 117%          |  |
|                                                              | · <b>Toplam Kar Miktarı</b>  |  <b>580</b>   |  <b>-377</b>  | <b>-65%</b>   |  |
| <b>Toplam Tedarik Zinciri Karı</b>                           |                              |  <b>3.481</b> |  <b>4.268</b> | <b>123%</b>   |  |

Merkezi durumda, perakendeci, merkezkaç duruma göre yüksek dönem stoğu ile yakalanmış, stoklardan elde edeceği hurda geliri, maliyetlerini karşılayamadığı için % 65 oranında zarar etmiştir. Ancak tüm tedarik zinciri performansı açısından, merkezi durumda toplam kâr miktarının %23 oranında artış gösterdiği görülmektedir.

Bu aşamada elde edilen merkezkaç ve merkezi tedarik zinciri performans göstergeleri, Tablo 5.1 'de belirtilen kontratlarla koordinasyon problem tanımına uygun olarak karar değişkenlerinin belirlenmesi için simülasyonda girdi olarak kullanılmaktadır.

#### 5.2.4. Kontrat Karar Değişkenlerinin Hesaplanması

Simülasyon çalışmasının bu aşamasında, tedarik zinciri koordinasyonunda üzerinde çalışılan Geri Alım, Gelir Paylaşımı ve Miktar Esnekliği kontratlarına ait karar değişkenleri için sayısal değerler elde edilmiştir. Simülasyon problem tanımında yer alan matematiksel eşitsizlikler ve formüller, Excel formülleri ve Çözücü (Solver) eklentisi kullanılarak hesaplanmıştır.

Kontrat karar değişkenleri sayısal değerleri için simülasyonda üretilen çıktı raporu aşağıda Tablo 5.6'de sunulmuştur.

Tablo 5.6. Kontrat Karar Değişkenleri Sayısal Değerleri

| Geri Alım        | $\beta_m$      |       | $\beta_m - \beta_s$       |       | $\beta_s$                    |       |
|------------------|----------------|-------|---------------------------|-------|------------------------------|-------|
|                  | Alt Sınır      | Değer | Üst Sınır                 | Değer | Üst Sınır                    | Değer |
|                  | 55,6           | 56,8  | 19,9                      | 17,6  | 42,7                         | 39,2  |
| Gelir Paylaşımı  | $\varphi_r$    |       | $\varphi_m(1-\varphi_r)$  |       | $(1-\varphi_m)(1-\varphi_r)$ |       |
|                  | Alt Sınır      | Değer | Alt Sınır                 | Değer | Alt Sınır                    | Değer |
|                  | 0,47           | 0,49  | 0,17                      | 0,21  | 0,25                         | 0,30  |
| Miktar Esnekliği | $\varphi_m =$  |       | $w_m^R =$                 |       | $w_s^R =$                    |       |
|                  | 0,41           | 26,4  | 18,0                      |       |                              |       |
|                  |                |       |                           |       |                              |       |
| Miktar Esnekliği | $1 - \delta =$ |       | $(1 - \delta) Q_{sc}^* =$ |       | $F((1 - \delta) Q_{sc}^*) =$ |       |
|                  | 0,461          | 62,99 | 0,069                     |       |                              |       |
|                  |                |       |                           |       |                              |       |
| Miktar Esnekliği | $w_m^F$        |       | $w_m^F - w_s^F$           |       | $w_s^F$                      |       |
|                  | Üst Sınır      | Değer | Alt Sınır                 | Değer | Alt Sınır                    | Değer |
|                  | 68,7           | 66,44 | 13,7                      | 18,13 | 35,3                         | 48,31 |

3 . KONTRAT KARAR DEĞİŞKENLERİNİ HESAPLA

Geri Alım kontratına ait karar değişkenleri  $\beta_m$ ,  $\beta_s$  ve  $\beta_m - \beta_s$  için alt ve üst sınır değerlerine ilişkin sayısal değerler (yeşil renkli değerler), kontrata ait matematiksel modelde edilen formüllerle hesaplanmıştır. Bu sınır değerleri ile tutarlı, geri alım kontratı altında tedarik zinciri üyelerinin kâr fonksiyonlarını maksimize edecek ve simülasyon problem tanımındaki diğer tüm kısıtları sağlayacak çözüm kümesi, Excel Çözücü tarafından elde edilmiştir.

Geri Alım kontratında optimum geri alım fiyatları  $\beta_m$  ve  $\beta_s$  sırasıyla, 56,8 ve 39,2 birim olarak hesaplanmıştır. Tabloda bu değerlerle ilgili sınır değerlerinin sağlandığı görülmektedir. Ayrıca, kontrat modelinde yer alan geri alım fiyatlarının, toptan satış fiyatlarından düşük olma koşulu, sırasıyla  $56,8 < 64$  ve  $39,2 < 40$  değerleri ile sağlanmıştır.

Gelir Paylaşımı kontratına ait karar değişkenleri, gelir paylaşım oranları  $\varphi_r$  ve  $\varphi_m$  ile üyelerin toptan satış fiyatları  $w_m^R$  ve  $w_s^R$  arasında doğrusal ilişki mevcuttur. Tedarikçi ve imalatçı toptan satış fiyatlarını düşürdükçe, satış gelirinden elde edecekleri gelir payları artmaktadır. Kontrat modellerinde gelir paylaşım oranları için tespit edilen alt sınır değerleri ile toptan satış fiyatları arasındaki optimum çözüm kümesi, simülasyonda çözücü ile elde edilmiştir.

Gelir Paylaşımı kontratı modelinde, tedarik tarafındaki üyelerin ürünün gerçek toptan satış fiyatının altında bir satış fiyatı uygulaması karşılığında elde edilen perakende satışından belli oranda pay sahibi olmaktadır. Simülasyonda elde edilen kontrat karar değişkenlerine ait sayısal değerler bu açıklamayı doğrulamaktadır. İmalatçı tarafında toptan satış fiyatı,  $w_m = 64$  birim iken, kontratta uygulanan toptan satış fiyatı  $w_m^R = 26,4$  birim gerçekleşmiştir. İmalatçının satış fiyatı indirimi nedeniyle ortaya çıkacak gelir kaybı, perakendeci tarafından kendisine bırakılan gelir payı oranı  $(1 - \varphi_r) = 0,51$  ve tedarikçinin daha düşük toptan satış fiyatı uygulaması ile karşılanıp dengeli bir kâr



dağılımı sağlanmıştır. Tedarikçi imalatçıya,  $w_s = 40$  birim olan toptan satış fiyatını kontrat dahilinde  $w_s^R = 18$  birim olarak uygulamıştır. Bu fiyat kendi marjinal maliyeti  $c_s = 20$  birimin bile altındadır. Bunun karşılığında, imalatçı perakende gelir payının kendisinde kalan  $(1 - \varphi_r)$  oranını tedarikçiyle paylaşmaktadır. Toplam satış gelirinin  $\varphi_m(1 - \varphi_r)$  miktarı imalatçıda kalırken,  $(1 - \varphi_m)(1 - \varphi_r)$  oranında tedarikçiyle paylaşarak, tedarikçinin kâr dengesi sağlanmıştır. Gelir paylaşımı kontratı ile koordine edilmiş tedarik zincirinde, perakende satış gelirinin nihai paylaşımları, perakendecinin gelir payı  $\varphi_r = 0,49$ , imalatçının gelir payı  $\varphi_m(1 - \varphi_r) = 0,21$  ve tedarikçinin gelir payı  $(1 - \varphi_m)(1 - \varphi_r) = 0,30$  olarak optimize edilmiştir.

Miktar esnekliği sözleşmesine ait karar değişkenleri, miktar esneklik oranı  $\delta$  ve toptan satış fiyatları  $w_m^F, w_s^F$ , simülasyon problem tanımında yer alana eşitlikler ve sınırlara uygun olarak elde edilmiştir. Üyelerin miktar esnekliği alt sınır oranı  $1 - \delta = 0,461$  olarak hesaplanmıştır. Bu orana karşılık gelen esneklik miktarının alt sınır 63 adet olarak belirlenmiştir. Bu miktar ve altında gerçekleşen talep için dönem sonu stoğu için tazmin bedeli uygulanmayacak, bu miktarın üzerinde gerçekleşen talep için dönem sonu stoğu maliyeti tedarikçi üyeler tarafından tazmin edilecektir. Bunun sağlanması için imalatçının toptan satış fiyat  $w_m^F = 66,4$  ve tedarikçinin toptan satış fiyatı  $w_s^F = 48,31$  olarak hesaplanmıştır. Bu değerler ile miktar esnekliği kontratı altında, koordinasyon sağlanmış ve üyeler arasındaki kâr paylaşımları adil bir şekilde gerçekleşmiştir.

### 5.3. Sayısal Simülasyon Uygulaması Çıktıları

Sayısal simülasyon uygulamasında, kontrat karar değişkenleri için tespit edilen optimum değerler kullanılarak, kontratlar türleri ve tedarik zinciri üyelerine ait performans göstergeleri hesaplanmıştır. Kontrat türleri için, merkezkaç ve merkezi tedarik zinciri durumu için hesaplanan performans göstergelerine, kontrat türlerine özgü

- Geri Alım Maliyeti (Geri Alım ve Miktar Esnekliği Kontratı için)
- Geri Alım Kazancı (Geri Alım ve Miktar Esnekliği Kontratı için)
- Perakende Satış Geliri Payı (Gelir Paylaşımı Kontratı için)

performans göstergeleri dahil edilerek rapor hazırlanmıştır. Kontrat türleri ve tedarik zinciri performans göstergelerine ait simülasyon sonuçları Tablo 5.7.'de sunulmuştur.

Kontrat türleri için hesaplanan performans göstergeleri incelendiğinde, üzerinde çalışılan kontrat türleri ile üç kademeli tedarik zinciri koordinasyonun sağlandığı görülmektedir. Kontrat türleri ile tedarik zinciri üyelerine ait kâr miktarları ve toplam tedarik zinciri kâr miktarları merkezkaç duruma kıyasla artış göstermiştir. Belirlenen kontrat karar değişkenleriyle tedarik zinciri üyeleri arasında risk ve kâr paylaşımının adil şekilde yapıldığı görülmektedir. Aşağıda kontrat türlerine ait sayısal simülasyon sonuçları, maddeler halinde değerlendirilmiştir.

### 5.3.1. Geri Alım Kontratı Performans Göstergeleri

Geri alım kontratı altında, beklenen satış miktarı, satış kaybı ve dönem sonu stok miktarı gibi sayısal (adetsel) performans göstergeleri merkezi tedarik zincirinden farklılık göstermemektedir. Gerçekte kontratın amacı merkezi tedarik zincirinde elde edilen optimum sipariş miktarıyla, kontratlara özgü parametrelerle tüm tedarik zinciri üyelerinin ve toplamda tedarik zinciri performansının artmasını sağlamaktır.

Geri alım kontratı modelinde, hesaplanan karar değişkenleri ile tedarik zinciri optimum sipariş miktarı 136,6 adet elde edilmiştir. Merkezkaç duruma kıyasla sipariş miktarındaki büyük artış, geri alım kontratına ait beklenen satış kaybı miktarını ortalama 16'dan 1'e düşmüştür. Satış kaybı ortalamalarındaki 15 adetlik azalma, beklenen satış miktarında artış olarak ortaya çıkmıştır. Başka bir ifadeyle, beklenen ortalama satış miktarı, merkezkaç tedarik zincirinde 85 iken, geri alım kontratı ile 100 birime çıkmıştır.

Tablo 5.7. Kontrat Türleri ve Tedarik Zinciri Performans Göstergeleri

| KONTRAT TÜRLERİ VE TEDARİK ZİNCİRİ PERFORMANS GÖSTERGELERİ |                             |                    |               |           |                 |                  |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------|-----------|-----------------|------------------|
| TEDARİK ZİNCİRİ ÜYESİ                                      | PERFORMANS GÖSTERGESİ       | MERKEZKAÇ DURUM    | MERKEZİ DURUM | GERİ ALIM | GELİR PAYLAŞIMI | MİKTAR ESNEKLİĞİ |
| T E D A R İ K                                              | Beklenen Satış Miktarı      | 85                 | 100           | 100       | 100             | 100              |
|                                                            | Dönem Sonu Stok Miktarı     | 5                  | 37            | 37        | 37              | 33               |
|                                                            | Satış Kaybı Miktarı         | 16                 | 1             | 1         | 1               | 1                |
|                                                            | Toplam Marjinal Maliyetler  | 1.800              | 2.740         | 2.740     | 2.740           | 2.651            |
|                                                            | Toplam Prestij Maliyeti     | 64                 | 5             | 5         | 5               | 5                |
|                                                            | Toplam Ödeme Miktarı        | YOK                | YOK           | YOK       | YOK             | YOK              |
|                                                            | Toplam Hurda Geliri         | YOK                | YOK           | 598       | YOK             | YOK              |
|                                                            | Perakende Satış Geliri Payı | YOK                | YOK           | YOK       | 2.410           | YOK              |
|                                                            | Toplam Satış Geliri         | 3.600              | 5.480         | 5.480     | 2.464           | 6.403            |
|                                                            | Geri Alım Maliyeti          | YOK                | YOK           | 1.466     | YOK             | 1.871            |
|                                                            | Toplam Kar Miktarı          | 1.736              | 2.735         | 1.868     | 2.129           | 2.403            |
| İ M A L A T                                                | Beklenen Satış Miktarı      | 85                 | 100           | 100       | 100             | 100              |
|                                                            | Dönem Sonu Stok Miktarı     | 5                  | 37            | 37        | 37              | 33               |
|                                                            | Satış Kaybı Miktarı         | 16                 | 1             | 1         | 1               | 1                |
|                                                            | Toplam Marjinal Maliyetler  | 900                | 1.370         | 1.370     | 1.370           | 1.326            |
|                                                            | Toplam Prestij Maliyeti     | 96                 | 8             | 8         | 8               | 8                |
|                                                            | Toplam Ödeme Miktarı        | 3.600              | 5.480         | 5.480     | 2.464           | 6.403            |
|                                                            | Geri Alım Maliyeti          | YOK                | YOK           | 2.123     | YOK             | 1.330            |
|                                                            | Geri Alım Kazancı           | YOK                | YOK           | 1.466     | YOK             | 1.871            |
|                                                            | Perakende Satış Geliri Payı | YOK                | YOK           | YOK       | 1.657           | YOK              |
|                                                            | Toplam Satış Geliri         | 5.760              | 8.768         | 8.768     | 3.613           | 8.807            |
|                                                            | Toplam Kar Miktarı          | 1.164              | 1.910         | 1.253     | 1.428           | 1.612            |
| P E R A K E N E                                            | Beklenen Satış Miktarı      | 85                 | 100           | 100       | 100             | 100              |
|                                                            | Dönem Sonu Stok Miktarı     | 5                  | 37            | 37        | 37              | 33               |
|                                                            | Satış Kaybı Miktarı         | 16                 | 1             | 1         | 1               | 1                |
|                                                            | Toplam Marjinal Maliyetler  | 450                | 685           | 685       | 685             | 663              |
|                                                            | Toplam Prestij Maliyeti     | 159                | 13            | 13        | 13              | 13               |
|                                                            | Toplam Ödeme Miktarı        | 5.760              | 8.768         | 8.768     | 3.613           | 8.807            |
|                                                            | Toplam Hurda Geliri         | 150                | 1.122         | YOK       | 1.122           | 989              |
|                                                            | Geri Alım Kazancı           | YOK                | YOK           | 2.123     | YOK             | 1.330            |
|                                                            | Perakende Satış Geliri      | 6.800              | 7.968         | 7.968     | 3.900           | 7.968            |
|                                                            |                             | Toplam Kar Miktarı | 580           | -377      | 624             | 712              |
| Toplam Tedarik Zinciri Karı                                |                             | 3.481              | 4.268         | 3.744     | 4.268           | 4.818            |

Toplam sipariş miktarı ile beklenen ortalama satış miktarı arasındaki 37 birimlik fark ise dönem sonu stoğu olarak hesaplanmıştır. Merkezkaç tedarik zincirinde, dönem sonu stoğu 5 birim gerçekleşmiştir. Bunun nedeni, merkezkaç durumda perakendeci kendi kâr maksimizasyonu için, dönem sonu stoğunu olabildiğince düşürme hassasiyeti ile kendi uygun değer sipariş miktarını belirlemektedir.

Geri alım kontratı altında elde edilen parasal performans göstergeleri incelendiğinde, sipariş miktarındaki artışla doğru orantılı olarak tüm tedarik zinciri üyelerine ait marjinal maliyetler artış göstermiştir. İmalatçı ve tedarikçinin kazanacağı toptan satış gelirleri de direkt sipariş miktarının bir çarpanı olduğu için sırasıyla 8768 ve 5480 birim olarak gerçekleşmiştir. Satış kaybı miktarındaki azalış ile prestij maliyetleri de düşüş göstermiştir. Perakende satış miktarındaki artış, perakendecinin satış gelirini 6800 birimden, 7968 birime yükseltmiştir.

Tüm tedarik zinciri için gelir kalemlerindeki artış, maliyet kalemlerindeki net artışın üzerinde gerçekleşmiştir. Toplam tedarik zinciri kârı, merkezkaç tedarik durumuna kıyasla, 3481 birimden 3744 birime çıkarak %8 oranında artmıştır. Tedarik zinciri kâr miktarındaki artış oranı, kontrat için belirlenen optimum geri alım fiyatları ile tedarik zinciri üyeleri arasında adil şekilde paylaştırılmış ve tüm üyeler merkezkaç durumda elde ettikleri kâr miktarlarından %8 oranında fazla kâr elde etmişlerdir. Perakendeci, merkezkaç durumda 580 birim kâr elde ederken, kontrat ile 624 birim kâr sağlamıştır. Aynı şekilde, imalatçı 1164 birim olan kârı 1253 birime ve tedarikçinin kârı 1736 birimden 1868 birime çıkmıştır.

Merkezi durumla kıyaslandığında, geri alım kontratında toplam tedarik zincirinden elde edilen kâr miktarı %15 oranında düşüktür. Bunun sebebi, merkezi durumda, dönem sonu stoğu, perakendeci tarafında daha yüksek birim hurda değeri (30) ile eritilirken, geri alım

kontratı modelinde, dönem sonu stoğunun tamamı tedarikçi tarafında 16 birim hurda değeri ile eritilmiştir. Dönem sonu stoğunun düşük değerlemesi ile toplam tedarik zinciri kârı nispeten azalmıştır. Bununla birlikte, merkezi durumda perakendeci 377 parasal birim zarar ederken, geri alım kontratı ile 624 parasal birim kâr etmiştir. Perakendeci tarafındaki kâr miktarındaki bu ciddi yükselme (1001 birimlik artış), diğer tedarik zinciri üyeleriyle stok maliyeti riskinin adil paylaşması ile sağlanmıştır. İmalatçı, perakendecinin elindeki dönem sonu stoğunun tamamını 56,8 birim geri alım fiyatıyla almıştır. Perakendeci kontrat sayesinde, 2123 birim geri alım kaynaklı kazanç sağlamıştır. Bu miktar imalatçı için maliyet kalemi oluştururken, kendisine tedarikçi tarafından sağlanan 39,2 birim geri alım fiyatı ile 1466 birim tutarındaki riskini tedarikçi ile paylaşmıştır. Dönem sonu stoğunun tamamı, tedarikçi tarafında eritilmiş ve karşılığında tedarikçi, 598 birim hurda geliri elde etmiştir. Geri alım kontratındaki bu mekanizma, üyeler arasındaki stok ve maliyet riski paylaşımında zincirleme bir tampon etkisi oluşturmuştur.

Sonuç olarak imalatçı ve tedarikçi tarafında kâr miktarları merkezi duruma göre azalış göstermesine rağmen, kontrat ile merkezkaç tedarik zincirine göre daha yüksek kâr elde edilmiş ve eşit miktarda kâr paylaşımı ile koordinasyon sağlanmıştır.

### **5.3.2. Gelir Paylaşımı Kontratı Performans Göstergeleri**

Gelir paylaşımı kontratında, birimi adet olan tüm performans göstergeleri merkezi durum ve geri alım kontratı ile eşittir. Sipariş miktarı, satış miktarı, satış kaybı miktarı ve stok miktarları değişim göstermemektedir. Bir tedarik zinciri koordinasyon kontratı olarak, gelir paylaşımındaki temel mekanizma perakende satış gelirinün üyeler arasında belli oranlarda paylaşılması ve karşılığında tedarikçi konumundaki üyenin daha düşük toptan satış fiyatı ile ürün satması esasına dayanmaktadır.

Gelir Paylaşımı kontratı ile toplam tedarik zinciri kâr miktarı merkezkaç duruma kıyasla 3481 birimden 4268 birime çıkarak %23'lük bir artış sağlanmıştır. Kontrata ait üyeler

arasında gelir paylaşım oranları ve toptan satış fiyatlarının optimum düzeyde belirlenmesiyle, tüm tedarik zinciri üyeleri kâr artışını eşit oranda paylaşmıştır. Perakendeci merkezkaç durumdaki 580 birim kârını, 712 birime yükselmiştir. İmalatçı kârını 1164 birimden 1428 birime çıkarırken, tedarikçinin kâr miktarı 1736 birimden, 2129 birime yükselmiştir.

Gelir paylaşımı mekanizmasına göre perakendeci elde ettiği satış gelirini zincirleme şekilde imalatçı ve tedarikçi ile paylaşmıştır. Merkezi durumda elde edeceği toplam perakende satış geliri 7968 birimin, kendinde kalan oranı %49 karşılığı 3900 birim perakende geliri elde etmiştir. İmalatçı toptan satış gelirine ek olarak %29 gelir paylaşım oranı karşılığı perakendeciden 1657 birim gelir payı elde etmiştir. İmalatçı ise toptan satış gelirine ek olarak, perakende satışının kendisine düşen %30 oranında 2410 birim gelir sağlamıştır. Satış geliri merkezi duruma kıyasla düşük olan perakendeci, kaybını imalatçının kendisine uyguladığı toptan satış fiyatının 64 birimden 26,4 birime düşürmesiyle kazanca dönüştürmüştür. Merkezi durumda imalatçıya yapılan ödeme miktarı 8768 birimden, 3613 birime düşmüştür. Benzer şekilde imalatçının tedarikçiye yaptığı ödeme miktarı toptan satış fiyatının 40 birimden 18 birime düşmesiyle 5480 birimden, 2464 birime gerilemiştir. Tüm bu gelir paylaşımı mekanizması sonucunda tedarik zincirinde toplam kâr miktarındaki artış tedarik zinciri üyeleri arasında adil şekilde paylaşılmıştır.

### **5.3.3. Miktar Esnekliği Kontratı Performans Göstergeleri**

Simülasyonda miktar esnekliği kontratı için esneklik miktarının alt sınırı 63 birim olarak hesaplanmıştır. Perakendeci ve imalatçı talep miktarının 63 ile 137 (optimum sipariş miktarı) arasında olması durumunda, dönem sonu stoğu için geri alım tazmin kazancı elde etmiştir. Miktar esnekliğine ait tazmin miktarının geri alım kontratından farkı, dönem

sonu stoğu fiilen geriye aktarılmadan, stok miktarına ait toptan satış fiyatı ve marjinal maliyetlerinin satıcı konumundaki üye tarafından geri ödenmesidir. Bu kontrat tipinde koordinasyonun sağlanması için, satıcı konumundaki üyeler alıcı konumundaki üyelere sağladığı esneklik miktarını toptan satış fiyatlarını optimum şekilde belirleyerek risk ve kazanç dengesini sağlamışlardır. Simülasyonda miktar esnekliği kontratı için imalatçının toptan satış fiyatı, 66,44 birim, tedarikçinin toptan satış fiyatı 48,34 birim olarak belirlenmiştir.

Kontrat ait performans göstergeleri incelendiğinde, Tablo 5.7.'de görüldüğü üzere, satış miktarı ve satış kaybı merkezi durum ve diğer kontratlarla değişiklik göstermemektedir. Ancak dönem sonu stoğu, 33 birim olarak gerçekleşmiştir. Bunun sebebi, esneklik miktarının alt sınırından düşük olan talep değerleri için, sipariş miktarı güncellemesi yapılmış ve sipariş miktarı optimum sipariş miktarı 137 yerine 63 olarak belirlenmiştir. Simülasyonda, talebin dağılımı verilerine göre gerçekleşen ortalama sipariş miktarı 133 olarak hesaplanmıştır.

Miktar esnekliği kontratı ile toplam tedarik zinciri kâr miktarı merkezkaç duruma kıyasla 3481 birimden 4818 birime çıkarak %38 oranında bir artış sağlanmıştır. Tüm kontratlar arasında en fazla kâr miktarı miktar esnekliği kontratı ile sağlanmıştır. Bunun başlıca sebebi, sipariş miktarının düşük talep durumunda, esneklik miktarının alt sınırına revize edilmesiyle, üyelerin gereksiz marjinal maliyetlerinin önüne geçilmesidir. Perakendecinin toplam marjinal maliyeti, 685 birimden 663 birime, imalatçının marjinal maliyeti 1370 birimden 1326 birime, tedarikçinin marjinal maliyeti 2740 birimden 2651 birime düşmüştür. Diğer bir sebep ise, daha düşük dönem sonu stoğu ile gereksiz stok maliyeti azalmıştır. Stoklar geriye aktarılacak fiziki hareket görmediği için, ortaya çıkan hurda değerlemesi daha yüksek gerçekleşmiştir. Miktar esnekliği kontratı ile elde edilen tedarik zinciri toplam kâr miktarı, miktar esnekliği sınırları içinde üyeler arasında

gerçekleşen geri alım kazançları ve karşılığında toptan satış fiyatlarının optimum düzeyde belirlenmesiyle, eşit oranda paylaşmıştır. Perakendeci merkezkaç durumdaki 580 birim kârını, 803 birime yükselmiştir. İmalatçı kârını 1164 birimden 1612 birime çıkarırken, tedarikçinin kâr miktarı 1736 birimden, 2403 birime yükselmiştir. Sonuç olarak imalatçı ve tedarikçi tarafında, kâr miktarları merkezi duruma göre azalış göstermesine rağmen, tüm kontratlara kıyasla daha yüksek kâr elde edilmiş ve eşit miktarda kâr paylaşımı ile koordinasyon sağlanmıştır.

#### **5.3.4. Performans Göstergelerinin Tedarik Zinciri Koordinasyonuna Etkisi**

Tedarik zinciri kontratlarının koordinasyon mekanizmasını anlamak ve üzerinde değerlendirme yapmak için sayısal simülasyon uygulaması sonuçları üzerinde çalışma yapılmıştır. Kontratlarla ait performans göstergelerinin, merkezkaç duruma göre değişimleri incelenmiştir. Performans göstergelerinin, tedarik zinciri üye kâr fonksiyonlarına etkisi parasal değer ve sayısal oran bazında hesaplanmıştır. Bu performans göstergelerdeki görece değişimler, kontratların hangi koordinasyon unsurları ile koordinasyonu sağlayabildiğini göstermesi açısından anlam taşımaktadır. Tablo 5.8.'de kontrat performans göstergelerinin koordinasyona etkisi sunulmuştur.

Tabloya göre, kontratlara ait koordinasyon mekanizmasıyla ilgili aşağıdaki çıkarımlar yapılmıştır:

- Geri alım kontratı altında, perakendeci için koordinasyona en fazla olumlu etki, geri alım kazancı performansı ile sağlanmıştır. Geri alım kazancının, koordinasyon üzerindeki görece etkisi % 31,1 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, perakendecinin satış gelirinde ortaya çıkan görece artıştan (%17,1) daha büyük etkiye sahiptir. İmalatçıya yapılan ödeme miktarındaki artıştan kaynaklı - %44



oranındaki negatif etkinin azaltılması, kontrat süreçlerinde perakendeci için en büyük pazarlık konusu olarak görülmektedir.

Tablo 5.8. Kontrat Performans Göstergelerinin Tedarik Zinciri Koordinasyonuna Etkisi

| TEDARİK ZİNCİRİ ÜYESİ                               | PERFORMANS GÖSTERGESİ       | GERİ ALIM     |               | GELİR PAYLAŞIMI |               | MİKTAR ESNEKLİĞİ |               |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|------------------|---------------|
| T<br>E<br>D<br>A<br>R<br>İ<br>K<br>Ç<br>İ           | Toplam Hurda Geliri         | 598           | 12,1%         | 0               | 0,0%          | 0                | 0,0%          |
|                                                     | Perakende Satış Geliri Payı | 0             |               | 2.410           | 53,0%         | 0                | 0,0%          |
|                                                     | Toptan Satış Geliri         | 1.880         | 38,0%         | -1.136          | -25,0%        | 2.803            | 50,2%         |
|                                                     | Toplam Marjinal Maliyetler  | -940          | -19,0%        | -940            | -20,7%        | -851             | -15,2%        |
|                                                     | Toplam Prestij Maliyeti     | 58            | 1,2%          | 58              | 1,3%          | 58               | 1,0%          |
|                                                     | Geri Alım Maliyeti          | -1.466        | -29,7%        | 0               | 0,0%          | -1.871           | -33,5%        |
|                                                     | <b>Toplam Kazanç</b>        | <b>2.537</b>  | <b>51,3%</b>  | <b>2.468</b>    | <b>54,3%</b>  | <b>2.862</b>     | <b>51,2%</b>  |
|                                                     | <b>Toplam Kayıp</b>         | <b>-2.406</b> | <b>-48,7%</b> | <b>-2.076</b>   | <b>-45,7%</b> | <b>-2.723</b>    | <b>-48,8%</b> |
| İ<br>M<br>A<br>L<br>A<br>T<br>Ç<br>İ                | Geri Alım Kazancı           | 1.466         | 16,2%         | 0               | 0,0%          | 1.871            | 19,6%         |
|                                                     | Perakende Satış Geliri Payı | 0             | 0,0%          | 1.657           | 30,1%         | 0                | 0,0%          |
|                                                     | Toptan Satış Geliri         | 3.008         | 33,3%         | -2.147          | -39,1%        | 3.047            | 31,9%         |
|                                                     | Toplam Marjinal Maliyetler  | -470          | -5,2%         | -470            | -8,5%         | -426             | -4,4%         |
|                                                     | Toplam Prestij Maliyeti     | 88            | 1,0%          | 88              | 1,6%          | 88               | 0,9%          |
|                                                     | Toplam Ödeme Miktarı        | -1.880        | -20,8%        | 1.136           | 20,7%         | -2.803           | -29,3%        |
|                                                     | Geri Alım Maliyeti          | -2.123        | -23,5%        | 0               | 0,0%          | -1.330           | -13,9%        |
|                                                     | <b>Toplam Kazanç</b>        | <b>4.561</b>  | <b>50,5%</b>  | <b>2.881</b>    | <b>52,4%</b>  | <b>5.006</b>     | <b>52,3%</b>  |
|                                                     | <b>Toplam Kayıp</b>         | <b>-4.473</b> | <b>-49,5%</b> | <b>-2.617</b>   | <b>-47,6%</b> | <b>-4.559</b>    | <b>-47,7%</b> |
| P<br>E<br>R<br>A<br>K<br>E<br>N<br>D<br>E<br>C<br>İ | Toplam Hurda Geliri         | -150          | -2,2%         | 972             | 15,2%         | 839              | 12,4%         |
|                                                     | Geri Alım Kazancı           | 2.123         | 31,1%         | 0               | 0,0%          | 1.330            | 19,7%         |
|                                                     | Perakende Satış Geliri      | 1.168         | 17,1%         | -2.899          | -45,3%        | 1.168            | 17,3%         |
|                                                     | Toplam Marjinal Maliyetler  | -235          | -3,4%         | -235            | -3,7%         | -213             | -3,2%         |
|                                                     | Toplam Prestij Maliyeti     | 146           | 2,1%          | 146             | 2,3%          | 146              | 2,2%          |
|                                                     | Toplam Ödeme Miktarı        | -3.008        | -44,0%        | 2.147           | 33,6%         | -3.047           | -45,2%        |
|                                                     | <b>Toplam Kazanç</b>        | <b>3.437</b>  | <b>50,3%</b>  | <b>3.265</b>    | <b>51,0%</b>  | <b>3.483</b>     | <b>51,7%</b>  |
|                                                     | <b>Toplam Kayıp</b>         | <b>-3.393</b> | <b>-49,7%</b> | <b>-3.134</b>   | <b>-49,0%</b> | <b>-3.260</b>    | <b>-48,3%</b> |

- İmalatçının, geri alım kontratında, koordinasyon unsuru, %33,3 oranı ile toptan satış geliri olarak gözlenmiştir. Perakendecinin aksine, geri alım kazancının imalatçı kâr fonksiyonundaki etkisi %16,2 oranı ile sınırlı kalmıştır.

- Geri alım kontratında, tedarikçi için hurda gelirin koordinasyon üzerindeki etkisi %12 olarak hesaplanmıştır. Tedarikçi için en önemli koordinasyon unsuru %38 oran ile toptan satış gelirindeki artış olarak görünmektedir.
- Gelir paylaşımı kontratı altında, perakendecinin satış gelirin paylaşmasıyla ortaya çıkan negatif durumun etkisi - %45,3 oranındadır. Bunun karşılığında, imalatçıya yapılan ödeme miktarındaki azalışın olumlu etkisi %33,6 olarak hesaplanmıştır. Hurda değerindeki artışın etkisi %15,2 görünmektedir. Özellikle yüksek talep değerlerinde perakendecinin gelir paylaşımı kontratı altında riskinin fazla olduğu görülmektedir.
- Tedarikçi ve imalatçı için gelir paylaşımı kontratı altında ana koordinasyon unsuru, perakende satış geliri payı olarak öne çıkmaktadır. Gelir paylaşımı göstergesinin tedarikçi kârı üzerindeki etkisi %53, imalatçı kâr miktarı üzerindeki etkisi %30,1 olarak görülmektedir.
- Miktar esnekliği kontratı altında, perakendecinin koordinasyon unsuru, %19,2 ile imalatçıdan elde edeceği geri alım (tazmin bedeli) olarak görülmekle birlikte, perakende satış gelirindeki %17,3 görece artışın etkisi de göz ardı edilmemelidir.
- İmalatçı ve tedarikçi için, miktar esnekliği kontratı koordinasyon unsuru, toptan satış gelirlerindeki artış olarak görünmektedir. Özellikle tedarikçinin satış gelirlerindeki artışın etkisi, %50,2 olarak dikkat çekmektedir.

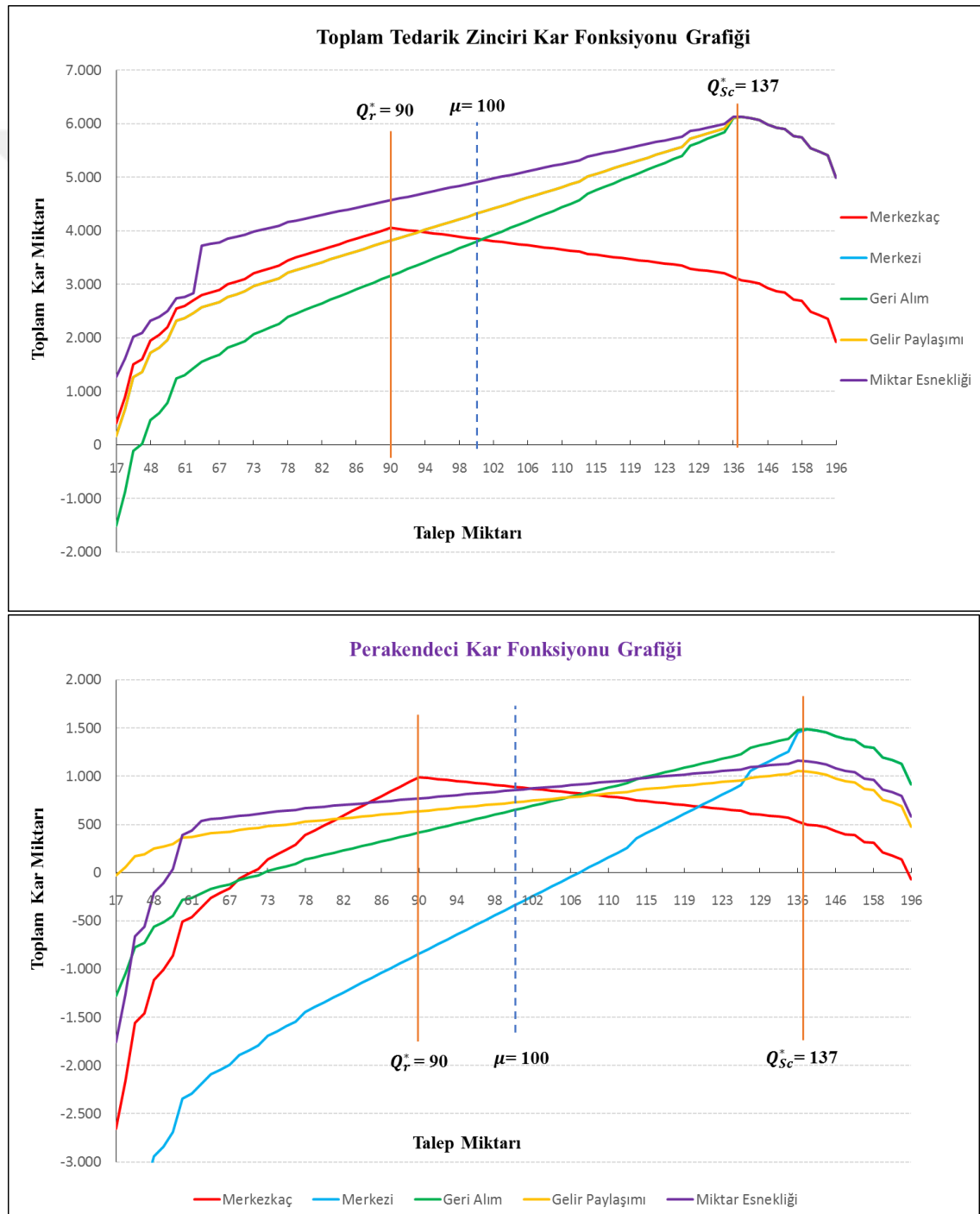
### 5.3.5. Talep Dağılımının Tedarik Zinciri Koordinasyonuna Etkisi

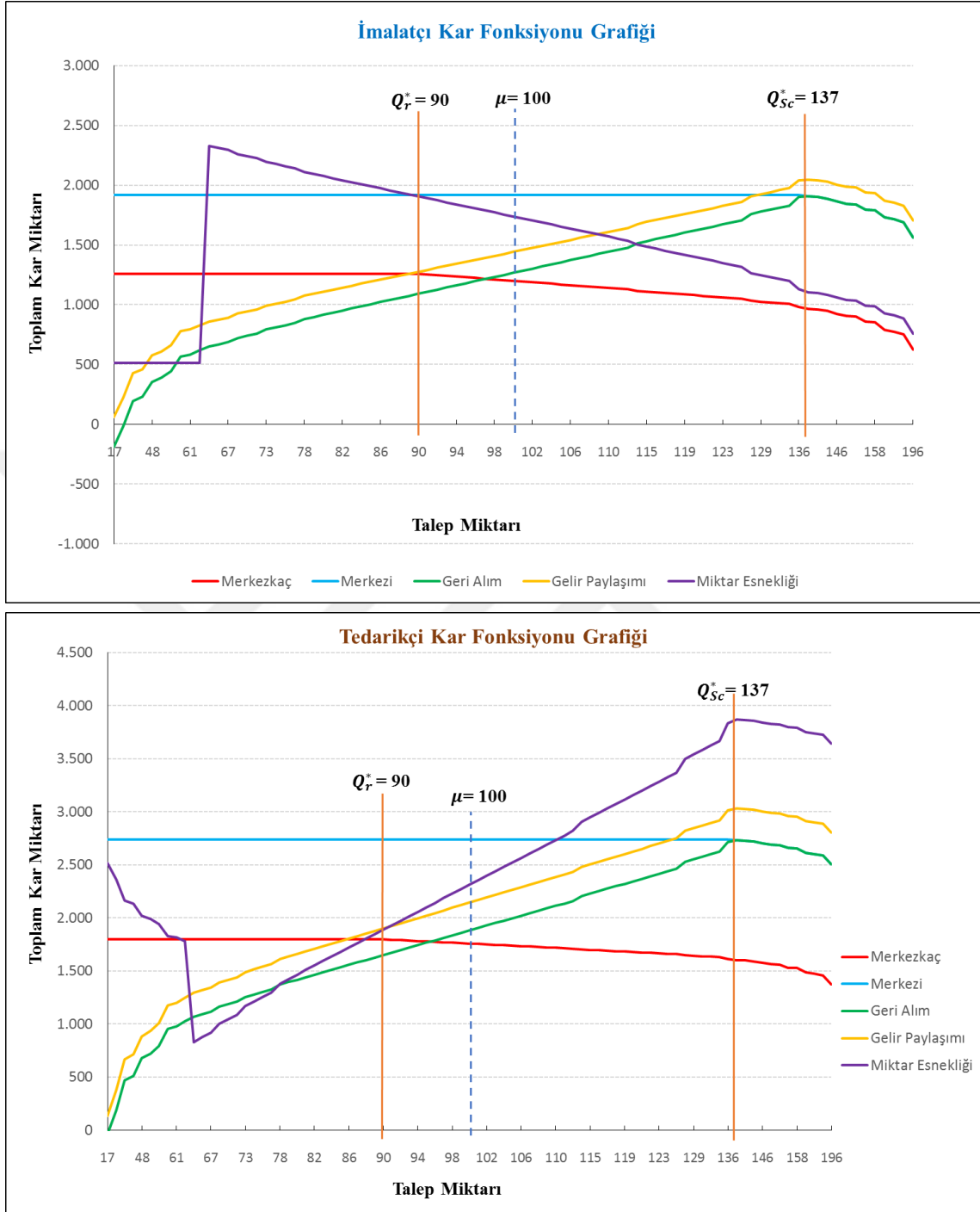
Sayısal simülasyon uygulamasında elde edilen çıktılar kullanılarak, talep dağılımının koordinasyon üzerindeki etkisi incelenmiştir. Talep dağılımının koordinasyon üzerindeki etkisi iki boyutta ele alınmıştır. Birinci boyut, kontratlar altında üyelere ait kâr fonksiyonunun talebe bağlı değişiminin incelenmesidir. Talebin değişik değerlerinde, tedarik zinciri senaryolarının, üyelere ait kâr fonksiyonu üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

İkinci boyutta, talep belirsizliğinin kontratlar üzerinde oluşturduğu etki incelenmiş, tedarik zinciri senaryolarının talep değişkenliği riskini karşılama düzeyleri ele alınmıştır.

### 5.3.5.1 Tedarik Zinciri Kâr Fonksiyonunun Talebe Bağlı Değişiminin İncelenmesi

Toplam tedarik zinciri ve tedarik zinciri üyelerine ait kâr fonksiyonlarının değişimleri aşağıdaki Grafik 5.1’de verilmiştir.





Grafik 5.1. Tedarik Zinciri Üyeleri Kâr Fonksiyon Grafikleri

a) Toplam tedarik zinciri kâr fonksiyonunun talebe bağlı grafiği incelendiğinde,

- Merkezi tedarik zinciri ve gelir paylaşımı kontratı toplam kâr fonksiyonları eşittir.

- Talep ortalamasının ( $\mu = 100$ ) altındaki ve üstündeki tüm değerler için miktar esnekliği kontratının en iyi kâr miktarı performansı ürettiği görülmektedir.
- Merkezkaç durumda, optimum sipariş miktarı 90'dan büyük talep değerlerinde kâr miktarının hızla azaldığı görülmektedir. Ancak talep ortalamasının altındaki değerler dikkate alındığında, merkezkaç durum, geri alım ve gelir paylaşımı kontratlarına göre daha iyi sonuçlar üretmektedir.
- Talebin ortalama üstü değerleri için, gelir paylaşımı kontratı merkezkaç tedarik durumundan daha iyi kâr değerleri sağlamaktadır.
- Tüm kontrat türleri, talebin optimum sipariş miktarı 137 birim noktasında, birbirine eşit ve maksimum değerde kâr üretmektedir.

**b) Perakendeci kâr fonksiyonunun talebe bağlı grafiği incelendiğinde,**

- Talebin çok küçük değerlerinde, gelir paylaşımı kontratı dışında, diğer tüm senaryolarda perakendeci zarar etmektedir.
- Talep ortalamaya yaklaştıkça, miktar esnekliği kontratı altında perakendecinin kâr fonksiyonu daha iyi sonuç vermektedir.
- Talep ortalamadan uzaklaştıkça, geri alım kontratı perakendeciye sağlamış olduğu avantaj artmaktadır.
- Merkezi tedarik zinciri altında, perakendecinin kâr fonksiyonunun talep esnekliği çok fazladır. Talep miktarındaki değişimin kâr fonksiyonu üzerindeki marjinal etkisi diğer senaryolara göre daha büyüktür.

**c) İmalatçı kâr fonksiyonunun talebe bağlı grafiği incelendiğinde,**

- Talebin optimum sipariş miktarından küçük değerlerinde, merkezi tedarik zinciri senaryosu, imalatçı için en iyi seçim olarak görünmektedir.

- Talebin optimum sipariş miktarı 137 birimden büyük değerlerinde, gelir paylaşımı kontratı daha fazla kazanç sağlamaktadır.
- Talebin optimum sipariş miktarına eşit olduğu noktada, merkezi ve geri alım kontratı kâr miktarları eşitlenmektedir.

**d) Tedarikçi kâr fonksiyonunun talebe bağlı grafiği incelendiğinde,**

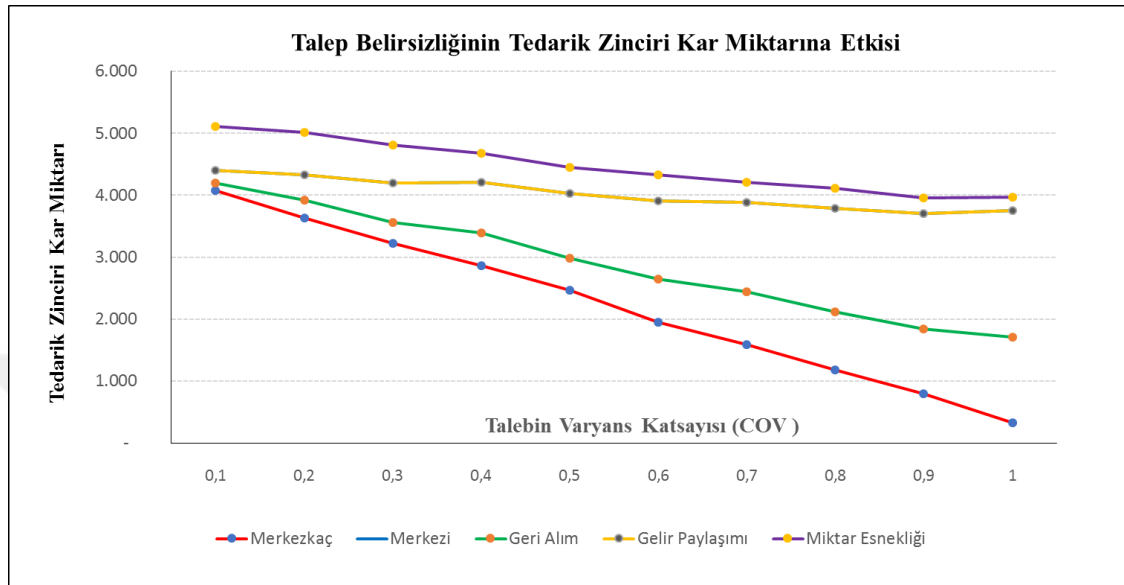
- Talebin ortalamasının altındaki değerlerde, tedarikçi için merkezi senaryo avantaj sağlamaktadır.
- Talep ortalamaya yaklaştıkça, miktar esnekliği kontratının tedarikçiye sağladığı kazanç hızla artmaktadır.
- Talebin optimum sipariş noktasında tedarikçi miktar esnekliği kontratı ile en büyük kâr miktarını elde etmektedir.

**5.3.5.2. Talep Belirsizliğinin Koordinasyon Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi**

Talep belirsizliğinin tedarik zinciri koordinasyonu üzerinde oluşturduğu etkiyi incelemek ve kontrat türlerini talep belirsizliği açısından kıyaslamak için, farklı varyasyon katsayısına (COV: Coefficient of Variation) sahip talep verileriyle sayısal simülasyon çalışması yapılmıştır.  $COV = \frac{\sigma}{\mu}$  olmak üzere, talep dağılımının standart sapmasının, talebin ortalamasına oranı olarak ifade edilebilir. COV değerinin artması, talep değişkenliğinin artması anlamına gelmektedir. Kontratlarla ait toplam tedarik zinciri kâr miktarları ile talep değişkenliği arasındaki ilişki, aşağıda Grafik 5.2.'de sunulmuştur.

Grafik incelendiğinde, talep belirsizliği arttıkça, tüm durumlar için toplam tedarik zinciri kârının azaldığı görülmektedir. Talep belirsizliği durumunda, talep verileri arasındaki değişkenlik çok yüksek gerçekleşmektedir. Düşük talep durumunda, tedarik zinciri üyeleri diğer maliyetlerine ek olarak, daha yüksek stok riski ile karşılaşmaktadır. Yüksek

talep durumunda ise diğer maliyetlere ek olarak satış kaybı kaynaklı prestij maliyetleri artmaktadır.



Grafik 5.2. Talep Belirsizliğinin Tedarik Zinciri Kâr Miktarına Etkisi

Tedarik zinciri açısından, senaryolar kıyaslandığında, talep belirsizliğinden en olumsuz şekilde merkezkaç tedarik zincirinin etkilendiği görülmektedir. Gelir paylaşımı kontratının, geri alım kontratına göre talep belirsizliği açısından daha iyi sonuç verebildiği gözlemlenmiştir. Tüm senaryolar içinde miktar esnekliği kontratı, talep belirsizliği riskine karşı en iyi koruma sağlayan kontrat türü olarak öne çıkmaktadır.

#### 5.4. Simülasyon Çalışmasının Tedarik Zinciri Yönetimi Açısından Faydaları

Kontrat modelleri ve simülasyon yönteminin birlikte kullanılması, kontratlarla tedarik zinciri koordinasyonu konusunun teoriden çıkıp uygulamaya konulması açısından bir çok faydası gözlenmiştir.

- Geliştirilen kontrat modelleri ve simülasyon yaklaşımının, tedarik zinciri üyelerinin kontrat seçimi ve yürütülmesinde kullanışlı bir araç olduğu gözlemlenmiştir. Simülasyon ile aynı anda bir çok kontrat türü ve farklı senaryo

birlikte çalışılabilmiş, kontrat türleri arasında birçok konuda kıyaslama yapılabilmektedir.

- Simülasyonda, karmaşık hesaplamaların hızlı ve doğru yapılıyor olması, tedarik zinciri üyeleri arasında yapılacak kâr paylaşımı pazarlıkları için taraflara esneklik ve şeffaflık kazandırmıştır.
- Girdi düzeylerinde yapılacak değişikliklerin performans göstergelerine etkisi eş zamanlı yansımaktadır. Performans göstergeleri ve tedarik zinciri koordinasyonu arasındaki bağlantı somut olarak görülebilmektedir.
- Talep dağılımının etkilerinin önceden belirlenebiliyor olması, tedarik zinciri yöneticilerine talep belirsizliği altında hızlı ve doğru kararlar alma imkânı sağlamaktadır. Farklı talep tahminlerinin girdi olarak kullanılması, tedarik zinciri üyelerinin karar alma kabiliyetlerini artırmaktadır.
- Simülasyon çıktıları kullanılarak, tüm kontrat türleri için istenen raporlar ve grafikler kolaylıkla rapor şeklinde üretilenmektedir.



## 6. BÖLÜM

### SONUÇ

Günümüzde yoğun rekabetin yaşandığı iş hayatında, şirketlerin varlıklarını devam ettirebilmesi için rekabet koşullarına adaptasyon sağlamaları gerekmektedir. Geçmişte olduğu gibi, şirketlerin yalnızca kendi organizasyonel fonksiyonlarının ve iş süreçlerinin etkinliğini artırmaya odaklanmaları yeterli olmamaktadır. Şirketler etkileşim içinde bulunduğu ve iş ortaklığı kurduğu diğer şirketlerle olan sinerjilerini artırmaları gerektiğinin farkına varmıştır. Şirketler kurumsal olarak birbirinden bağımsız olsalar bile, ekonomik olarak birbirine bağımlı ve sorumlu durumdadır. Bir ürün veya markanın sorumluluğu ve pazarda rekabet edebilirliği yalnızca bir şirkete değil, o şirketlerin bir araya gelerek oluşturduğu tedarik zincirine bağlıdır.

Tedarik zincirinde tüm şirketler birbiriyle etkileşim halindedir. Şirketlerin kendi iç fonksiyonları arasındaki bütünleşmenin yanında, şirketler arası bütünleşme ve eşgüdüm gerekmektedir. Tedarik zinciri üyeleri arasındaki mal, para ve bilgi akışının koordinasyonu, tedarik zincirinin toplam başarısını ortaya koymaktadır. Tedarik zincirinde herhangi bir şirketin alacağı karardan, tüm üyeler ve toplamda tedarik zincirinin bütünü etkilenmektedir. Şirketler arasındaki bu bağımlılık ve sorumluluktan doğan işbirliği sonucunda, tedarik zinciri koordinasyonu, tedarik zinciri yönetimi konuları içinde önemli bir yere sahiptir.

Bu tezde, kontratlarla tedarik zinciri koordinasyonu konusunda çalışılmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde, tezin içeriğinde yer alan tedarik zinciri yönetimi ve koordinasyonu teorisini oluşturan önemli kavramlar üzerinde detaylı araştırma yapılmıştır. Tedarik zinciri kavramı açıklanmış, tedarik zincirindeki bilgi, mal ve para akışları, süreçsel ve yapısal boyutları ile incelenmiştir. Tedarik zinciri, karar alma biçimleri ve içerdiği üye sayısı bakımından sınıflandırılmıştır. Koordinasyon kavramı ile yakından ilişkili merkezkaç ve merkezi tedarik zinciri karar alma biçimleri açıklanmıştır. Tedarik zinciri kademeleri hakkında bilgi verilmiştir. Tedarik zinciri yönetimi disiplinin amacı ve tedarik zinciri karması içinde bulunan fonksiyonlarına değinilmiştir. Tedarik zinciri koordinasyonu eksikliği durumunda ortaya çıkan sorunlar, tedarik zinciri koordinasyonu aksiyonları ve koordinasyon mekanizmaları hakkında detaylı açıklamalar yapılmıştır. Bu kavramsal çalışmalar, tedarik zinciri yönetiminde, koordinasyon teorisinin önemini ortaya koymuştur.

İkinci bölümde, tedarik zinciri koordinasyonu konusunda literatür çalışması yapılmıştır. Koordinasyon konusunda yapılan çalışmalar için bir sınıflandırma biçimine yer verilmiştir. Yapılan incelemeler ve değerlendirmeler sonucunda, koordinasyon mekanizmaları içerisinde tedarik zinciri kontratlarının önemi anlaşılmış ve bu konu üzerine yoğunlaşmıştır. Literatürde, kontratlarla tedarik zinciri koordinasyonu konusuna yoğun çalışmaların yapıldığı gözlenmekle birlikte, bazı eksiklikler tespit edilmiştir.

Mevcut çalışmalarda üç kademeli tedarik zinciri modellerinin azlığı göze çarpmıştır. Çalışılan kontratlar tekil çalışılmış, aynı şartlarda birden çok kontratın kıyaslanması ile ilgili tedarik zinciri yöneticileri açısından öneme sahip noktaların göz ardı edildiği gözlenmiştir. Ayrıca kontratların koordinasyon ölçütü olarak kâr miktarı haricinde, başka performans göstergelerine yer verilmesinin ve yöntem olarak simülasyon yaklaşımının kontratların yönetilebilirliğine olumlu katkı sağlayacağı tespit edilmiştir.

Literatür çalışması sonucunda, üç kademeli bir tedarik zincirinin gazeteci çocuk modeli varsayımları ile kontratlarla koordinasyonu, tezin araştırma konusu olarak belirlenmiştir. Araştırmada, üç tür kontrat üzerinde çalışılması kapsam ve yoğunluk açısından yeterli görülmüştür. Bu yaklaşımla, hem talebe ve hem miktara bağlı fiyatlandırma politikalarına sahip farklı tür kontratların, aynı çalışma içinde üç kademeli tedarik zinciri için uygulanabilirliği araştırılmıştır. Tedarik zinciri kontratları sınıflandırmasında önemli yer tutan geri alım, gelir paylaşımı ve miktar esnekliği kontratları çalışmada kullanılacak kontratlar olarak seçilmiştir.

Çalışmanın teorik altyapısının anlaşılması için, gazeteci çocuk modeli ve bu model üzerine kurulan kontrat türleri hakkında araştırma yapılmıştır. Gazeteci çocuk modeli ve kontrat türleri hakkında temel açıklamalar yapılmıştır. İki kademeli tedarik zinciri modelinde, farklı kontrat türleri için analitik modelleri kurulmuştur. Bu modellerde tedarik zinciri üyeleri kâr fonksiyonları, performans göstergeleri için matematiksel formüller elde edilmiştir. Kontratların koordinasyon mekanizması analiz edilmiş, koordinasyon için gerekli kontrat karar parametreleri için eşitlikler hesaplanmıştır.

Tezin ileri aşamalarında, gazeteci çocuk modeli temelinde, üç kademeli tedarik zinciri modeli kurulmuştur. Tedarik zinciri, tedarikçi, imalatçı ve perakendeci kademelerinden oluşmaktadır. Modelde, stokastik talebe sahip bir ürünün, bir satış dönemi dikkate alınmıştır. Bu varsayımlarla, tedarik zincirinin merkezkaç ve merkezi durumlarda koordinasyonu incelenmiş, üyelere ait performans göstergeleri ve kâr fonksiyonları tanımlanmıştır. Koordinasyon için gerekli optimum sipariş miktarı büyüklükleri için matematiksel eşitlikler elde edilmiştir. Matematiksel eşitliklerle, merkezi tedarik zinciri sipariş miktarının daha büyük olduğu gösterilmiştir.

Merkezkaç ve merkezi durumda performans göstergelerindeki değişim analiz edilmiş, merkezi koordinasyon durumunda tedarik zinciri toplam performansının artacağı ispatlanmıştır. Bu temel üzerinde, Geri Alım, Gelir Paylaşımı ve Miktar Esnekliği kontratları ile üç kademeli tedarik zinciri koordinasyonu araştırılmıştır. Tedarik zinciri üyelerinin kâr fonksiyonları ve performans göstergeleri tanımlanmıştır. Kontratların koordinasyon mekanizması analiz edilmiş, koordinasyon için gerekli kontrat karar değişkenleri belirlenmiştir. Kontrat karar değişkenleri için matematiksel çözümler yapıp, simülasyon çalışması için gerekli eşitlikler elde edilmiştir.

Simülasyon çalışmasında, üç kademeli tedarik zinciri koordinasyon kontratları için simülasyon modeli geliştirilmiştir. Modele ait genel problem tanımlaması içinde amaç fonksiyonu belirlenmiş, kontrat karar değişkenleri ve simülasyon girdi parametreleri için gerekli kısıtlar tanımlanmıştır. Simülasyon modeli kullanılarak, Excel ortamında üç kademeli tedarik zinciri için sayısal uygulama gerçekleştirilmiştir. Tedarik zinciri üyelerine ait sayısal maliyet ve fiyat parametreleri ile normal dağılıma sahip talep verileri kullanılarak merkezkaç ve merkezi tedarik zinciri durumları için sonuçlar elde edilmiştir. Kontratlar için tedarik zinciri modelinde koordinasyonu sağlayan karar değişkenleri hesaplanmış, her kontrat senaryosu için üyelere ait performans göstergeleri elde edilmiştir.

Sayısal simülasyon sonucunda, üzerinde çalışılan kontratlarla ilgili geliştirilen matematiksel modelin tutarlı ve tedarik zinciri koordinasyonu için uygulanabilir olduğu gösterilmiştir. Merkezkaç tedarik zinciri senaryosuna kıyasla, merkezi koordinasyon ve kontrat senaryolarında tüm performans göstergelerinde kayda değer iyileşmeler elde edilmiştir. Tedarik zincirinin için en büyük kâr artışı, miktar esnekliği kontratı ile elde edilmiştir.

Kontratların koordinasyon kıyaslamasını sadece kâr miktarı üzerinden yapmamak için, kontratlara ait performans göstergelerin, merkezkaç duruma göre değişimleri incelenmiştir. Performans göstergelerinin tedarik zinciri koordinasyonuna etkisi parasal değer ve sayısal oran bazında hesaplanmıştır. Tedarik zinciri üyeleri için kontrat türü bazında temel koordinasyon unsuru olan performans göstergeleri belirlenmiştir. Kontrat seçimi ve üyelerin kontrat parametreleri üzerinde uzlaşması süreçlerinde, kontratlara ait koordinasyon unsurlarının gözlemlenmesinin faydalı olduğu görülmüştür.

Kontratların, tedarik zinciri ve üyelerine sağladığı koordinasyonun kararlılığı, talebin değişimi ve belirsizliği açısından test edilmiştir. Kontratlar altında üyelere ait kâr fonksiyonunun talebe bağlı değişiminin incelenmesidir. Talebin değişik değerlerinde, tedarik zinciri senaryolarının üyelere ait kâr fonksiyonu üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Tedarik zinciri üyelerinin talebe bağlı kâr fonksiyon grafikleri, talebin değişik düzeylerinde üyeler açısından tek bir kontrat üzerinde seçim yapılmasının zorluğunu ortaya koymuştur. Tedarik zinciri bütünüyle dikkate alındığında, miktar esnekliği kontratının talep değişimi ve belirsizliği riskine karşı en iyi koruma sağlayan kontrat türü olarak öne çıktığı gösterilmiştir.

Simülasyon çalışmasında yapılan çok sayıda ve farklı nitelikteki denemelerde, tedarik zinciri üyelerine ait maliyet ve fiyat girdi parametreleri ve talep dağılımı verilerinin değiştirilmesiyle, kontratlara ait karar parametrelerinin de değiştiği gözlemlenmiştir. Bu açıdan, kontratlarla tedarik zinciri koordinasyonu konusunun simülasyonla ele alınmış olması büyük kolaylık sağlamıştır. Simülasyon sayesinde, yöneticilerin kontrat seçim ve uygulama süreçlerinde çok çeşitli senaryoları denemesi mümkün olabileceği gösterilmiştir.

Bu tez, çalışılan kontrat türleri haricinde literatürde yer alan tüm kontrat türleri için gelecek çalışmalara bir yöntem önermektedir. Çalışmada, üç kademeli tedarik zinciri modeli, iki kademeli iki tedarik zinciri şeklinde ele alınmış, koordinasyon iki farklı tedarik zinciri arasında kurulmaya çalışılmıştır. Kontratlarla ait karar değişkenleri, tüm kademelerde merkezi tedarik zinciri optimum siparişini oluşturacak şekilde tespit edilmiştir. Bu yaklaşım, çok (n) kademeli tedarik zinciri modellerinde, kontratlar ile koordinasyon konusu için kullanılabilecektir.

Bu alışma, değişik kontrat türlerinin  ve daha çok kademeli tedarik zincirleri koordinasyonunda kullanılabileceğini göstermesi açısından tedarik zinciri koordinasyon literatüründe katkı sağlamaktadır. Değişik kontrat türleri için geliştirilen modellerinin aynı koşullar altında simülasyonla ile kıyaslanması ve tedarik zinciri üyelerine ait pek çok performans göstergesinin ölçülmesi, çalışmanın literatüre getirdiği yenilikler olarak göze çarpmaktadır.

Geliştirilen kontrat modelleri ve simülasyon çalışması, tedarik zinciri yönetiminde kontraların seçimi ve yürütülmesi süreçlerine uygulamada kolaylık getirmektedir. Gelecek çalışmalarda, farklı girdilere sahip tedarik zincirlerinin kontratlarla koordinasyonu için kullanılabilecektir. Bu alışma, farklı talep dağılımlarına sahip, birçok ürün ve çok dönemli tedarik zinciri modelleri için seçilecek kontrat türlerini belirlenmesinde yneticilere pratikte kolaylık sağlayacaktır.

### KAYNAKÇA

- Arshinder, K., Kanda, A. And Deshmukh, S. G. (2008). "Supply Chain Coordination: Perspectives, Empirical Studies and Research Directions". *International Journal of Production Economics*, 115, 316-335.
- Arshinder, K., Kanda, A. and Deshmukh, S. G. (2009). "A framework for Evaluation of Coordination by Contracts: A case of Two-Level Supply Chains.". *Computers and Industrial Engineering*, 56, 1177-1191.
- Arshinder K., Kanda A. and Deshmukh S. G. (2011). "A Review on Supply Chain Coordination: Coordination Mechanisms, Managing Uncertainty and Research Directions." Choi, T. M and Cheng, E. (Ed.), *International Handbooks on Information Systems: Supply Chain Coordination under Uncertainty*, içinde (ss 39-82). Heidelberg: Springer.
- Bassok, Y. and Anupindi, R. (2008). "Analysis of Supply Contracts with Commitments and Flexibility". *Naval Research Logistics (NRL)*, 55(5), 459-477.
- Cachon, G. P. (2003). "Supply Chain Coordination with Contracts", Graves, S. C and de Kok A. G. (Ed.), *Handbooks in Operations Research and Management Science*, Volume 11 içinde (ss 229-340). Elsevier Science.
- Cachon, G. P. and Lariviere, M. A. (2005). "Supply Chain Coordination with Revenue Sharing Contracts: Strengths and Limitations". *Management Science*, 51, 30-44.
- Chen, Y. J. and Seshadri S. (2006). "Supply Chain Structure and Demand Risk". *Automatica*, 42, 1291-1299.

- Chen, J. and Bell, P. C. (2011). "Coordinating a Decentralized Supply Chain with Customer Returns and Price-Dependent Stochastic Demand using a Buyback Policy". *European Journal of Operational Research*, 212, 93-300.
- Chopra, S. and Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation* (6th Edition). Essex: Pearson Education Inc.
- Dong, S. and Li, R. (2009). "Coordinate Supply Chain with Revenue-Sharing Contract under the Presence of Risk-Averse Retailer". *International Conference on Information Science and Engineering*, December 2009, 4241-4245.
- Giannoccaro I. and Pontrandolfo P. (2004). "Supply Chain Coordination by Revenue Sharing Contracts". *International Journal of Production Economics*, 89, 131-139.
- Giri, B.C., Bardhan, S. and Maiti T. (2016). "Coordinating a Three-Layer Supply Chain with Uncertain Demand and Random Yield". *International Journal of Production Research*, 54(8), 2499-2518.
- Goodman, D. A. and Moody, K. W. (1970). "Determining Optimum Price Promotion Quantities". *Journal of Marketing*, 34(4), 31-39.
- Guidong L. (2009). "Coordinating Three-level Supply Chain with the Combination of a Quantity Discount Contract and a Buyback Contract". *International Conference on Electronic Commerce and Business Intelligence*, June 2009, 447-450.
- Hill, A. V. (2012). *The Encyclopedia of Operations Management* (1st Edition). New Jersey: Pearson Education Inc.



- Hou, J., Zeng, A.Z. and Zhao, L. (2010). “Coordination with a Backup Supplier Through Buyback Contract under Supply Disruption”. *Transportation Research*, 46, 881-895.
- Hou, Y., Wei, F., Li, S., Huang, Z. and Ashley, A. (2017). “Coordination and Performance Analysis for a Three-Echelon Supply Chain with a Revenue Sharing Contract”. *International Journal of Production Research*, 55(1), 202-227.
- Höhn, M. I. (2010). “Literature Review on Supply Chain Contracts”. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems: Relational Supply Contracts*, içinde (ss 19-34), Heidelberg: Springer.
- Hu, L., Chunyu, Y. and Jiang, Z. (2007). “Research on the Coordination Mechanism Model of the Three-level Supply Chain”. *International Conference on Management Science and Engineering*, August 2007, 734-739.
- Koulamas, C. (2006). “A Newsvendor Problem with Revenue Sharing and Channel Coordination”. *Decision Sciences*, 37, 91-100.
- Krishnan, H., Kapuscinski, R. and Butz, D. A. (2004). “Coordinating Contracts for Decentralized Supply Chains with Retailer Promotional Effort”. *Management Science*, 50, 48-63.
- Lambert, D. M. and Cooper, M. C. (2000). “Issues in Supply Chain Management.” *Industrial Marketing Management*, 29(1), 65-83.
- Lariviere, M. A. and Porteus, E. L. (2001). “Selling to the Newsvendor: An Analysis of Price-only Contracts”. *Manufacturing and Service Operations Management*, 3 (4), 293-305.

- Lau, H. (1980). "The Newsboy Problem under Alternative Optimization Objectives". *Journal of the Operational Research Society*, 31, 525-535.
- Li, Z., Lian, Z. and Zhou, W. (2010). "Analysis of a Quantity Flexibility Supply Contract with Postponement Strategy". *IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology*, June 2010, 594-599
- Lian, Z. and Deshmukh, A. (2009). "Analysis of Supply Chain Contracts with Quantity Flexibility". *European Journal of Operational Research*, 196, 526-533.
- Malone, T. and Crowston, K. (1994). "The Interdisciplinary Study of Coordination". *ACM Computing Surveys*, 26, 87-119.
- Milner, J. M. and Rosenblatt, M. J. (2002). "Flexible Supply Contracts for Short Life Cycle Goods: The Buyer's Perspective". *Naval Research Logistics*, 49, 25-45.
- Min, H. (2015). *Essentials of Supply Chain Management, The: New Business Concepts and Applications* (1st Edition). Ohio: Pearson Education Inc.
- Nahmias, S. and Schmidt, C. P. (1984). "An Efficient Heuristic for the Multi-item Newsboy Problem with a Single Constraint". *Naval Research Logistics Quarterly*, 31(3), 463-474.
- Nahmias, S. and Smith, S. A. (1994). "Optimizing Inventory Levels in a Two-Echelon Retailer System with Partial Lost Sales". *Management Science*, 40, 582-596.
- Padmanabhan, V. and Png, I. P. (1997). "Manufacturer's Returns Policies and Retail Competition". *Marketing Science*, 16, 81-94.

- Pang, Q., Hou, Y. and Lv, T. Y. (2016). “Coordinating Three-Level Supply Chain under Disruptions Using Revenue-Sharing Contract with Effort Dependent Demand.” *Mathematical Problems in Engineering*, 2016, 1-10.
- Pasternack, B. A. (1985). “Optimal Pricing and Return Policies for Perishable Commodities”. *Marketing Science*, 4, 166-176.
- Quayle, M. (2006). *Purchasing and Supply Chain Management: Strategies and Realities* (1st Edition). London: IRM Press.
- Sethi, S. P., Yan, H. and Zhang, H. (2004). “Quantity Flexibility Contracts: Optimal Decisions with Information Updates”. *Decision Sciences*, 35, 691-712.
- Taylor, T. A. (2002). “Supply Chain Coordination under Channel Rebates with Sales Effort Effects”. *Management Science*, 48 (8), 992-1007.
- Tsay, A. A., Nahmias, S. and Agrawal, N. (1999). “Modeling Supply Chain Contracts: A Review”, Tayur, S. (Ed.), *Quantitative Models For Supply Chain Management*, içinde (ss. 299-336). Springer Science.
- Tsay, A. A. and Lovejoy, W. S. (1999). “Quantity Flexibility Contracts and Supply Chain Performance”. *Manufacturing and Service Operations Management*, 1, 89-111.
- Whang, S. (1995). “Coordination in Operations: Taxonomy”. *Journal of Operations Management*, 12, 413-422.
- Whitin, T. M. (1955), “Inventory Control and Price Theory”. *Management Science*, 2(1), 61-68

- Yao, Z., Leung, S. C. H. and Lai, K. K. (2008). “Manufacturer’s Revenue Sharing Contract and Retail Competition”. *European Journal of Operational Research*, 186, 637-651.
- Yue, X. and Raghunathan, S. (2007). “The Impacts of the Full Returns Policy on a Supply Chain with Information Asymmetry”. *European Journal of Operational Research*, 180, 630-647.
- Zhang, W., Fu, J., Li H. and Xu W. (2012). “Coordination of Supply Chain with a Revenue-Sharing Contract under Demand Disruptions when Retailers Compete”. *International Journal of Production Economics*, 138, 68-75.
- Zhao, Y., Meng, X., Wang, S. and Cheng E. (2016). *Contract Analysis and Design for Supply Chains with Stochastic Demand* (First Edition). Springer Science

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Köksal DÜZGÜN  
 Uyuğu: Türkiye (TC)  
 Doğum Tarihi ve Yeri: 1 Mart 1976, Kırşehir  
 Medeni Durumu: Evli  
 Tel: +90 544 563 1105  
 Email: koksald@gmail.com  
 Yazışma Adresi: Uzay Cad. Damla Apt. No: 30/9  
 Melikgazi / Kayseri

### EĞİTİM

| Derece | Kurum                            | Mezuniyet Tarihi |
|--------|----------------------------------|------------------|
| Lisans | Boğaziçi Üniversitesi<br>İşletme | 2001             |
| Lise   | Çanakkale Lisesi                 | 1995             |

### İŞ DENEYİMLERİ

| Yıl         | Kurum               | Görev                      |
|-------------|---------------------|----------------------------|
| 2018- Halen | Serbest Danışmanlık | Danışman                   |
| 2014–2018   | Merkez Çelik Aş.    | Süreç İyileştirme Müdürü   |
| 2008-2014   | Merkez Çelik Aş.    | Tedarik Zinciri Yöneticisi |
| 2005-2008   | Bosch Siemens BSH   | Planlama Yöneticisi        |
| 2002-2005   | Otoyol Iveco        | Üretim Planlama Uzmanı     |

### YABANCI DİL

İngilizce