



T.C.
DOĞUŞ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÜÇ AŞAMALI TEDARİK ZİNCİRİNİN KONTRAT
YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ**
Doktora Tezi

Tezi Hazırlayan
MURAT SERARSLAN

İstanbul, 2024



T.C.
DOĞUŞ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÜÇ AŞAMALI TEDARİK ZİNCİRİNİN KONTRAT YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ

Doktora Tezi

Tezi Hazırlayan
MURAT SERARSLAN
2014193001
0000-0002-2962-7128

Danışman
Doç. Dr. Peral TOKTAŞ PALUT

İstanbul, 2024

YEMİN METNİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Üç Aşamalı Tedarik Zincirinin Kontrat Yöntemi İle Modellenmesi” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullandıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını, patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 08/01/2024

Murat SERARSLAN



**DOKTORA TEZ SAVUNMA SINAV
TUTANAĞI**

Doküman No	FR.1.46
Yürürlük Tarihi	1.11.2017
Revizyon Tarihi	4.12.2020
Revizyon No	2
Sayfa	1 / 1

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Tarih: 29 /01 /2024

Anabilim Dalı : Endüstri Mühendisliği

Öğrencinin Adı Soyadı : Murat SERARSLAN

Öğrenci No : 2014193001

Tez Danışmanının Adı Soyadı : Doç. Dr. Peral TOKTAŞ PALUT

İkinci Tez Danışmanının Adı Soyadı :

Tezin Başlığı : Üç Aşamalı Tedarik Zincirinin Kontrat Yöntemi ile Modellenmesi

Doğuş Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin 44.Maddesi uyarınca yapılan değerlendirmeler sonunda;

☒ tezin kabul
edilmesine

☐ tezde düzeltme
verilmesine

☐ tezin
reddedilmesine

oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile karar verilmiştir. Gereği için arz olunur.

Danışman Üye

Üye

Üye

Üye

Üye

Anabilim Dalı Başkanı Onayı:

Doğuş Üniversitesi ("Üniversite") olarak kişisel verilerinizin güvenliği hakkında azami hassasiyet göstermekteyiz. Üniversite olarak, Üniversite ile ilişkili tüm şahıslara ait her türlü kişisel verinin 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu ("KVKK K.")'na uygun olarak işlenmesine ve gizliliğinin sağlanmasına büyük önem vermekteyiz. Anayasa m.20/3 ile tanınan "kişisel verilerinizin korunmasını isteme" hakkınızın bilincinde olarak, KVKK K. kapsamında tanımlı "Veri Sorumlusu" sıfatıyla, kişisel verilerinizi mevzuata uygun şekilde işlemekteyiz. Daha geniş açıklama için Doğuş Üniversitesi <https://www.dogus.edu.tr/hakkimizda/kisisel-verilerin-korunmasi>

As Doğuş University ("University"), we show maximum sensitivity about the security of your personal data. As a university, we attach great importance to the processing and confidentiality of all personal data of all individuals associated with the University in accordance with the Law No. 6698 on Protection of Personal Data ("KVKK K."). Being aware of your right to "ask for the protection of your personal data" recognized by the constitution article 20/3, as "Data Controller" defined within the scope of KVKK K., we process your personal data in accordance with the legislation. For a broader explanation you can visit <https://www.dogus.edu.tr/hakkimizda/kisisel-verilerin-korunmasi>

hakkımızda: about us kişisel-verilerin-korunmasi: protection of personal data

Adı ve Soyadı : Murat SERARSLAN
Danışmanı : Doç. Dr. Peral TOKTAŞ PALUT
Türü ve Tarihi : Doktora Tezi - 08.01.2024
Alanı : Endüstri Mühendisliği
Anahtar Kelimeler : Tedarik zinciri yönetimi, Kontrat yönetimi,
Koordinasyon, Gelir paylaşımı modeli, Oyun teorisi.

ÖZET

ÜÇ AŞAMALI TEDARİK ZİNCİRİNİN KONTRAT YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ

Bu çalışma, tedarik zincirindeki tedarikçi, üretici ve perakendeciye koordine etmeyi amaçlayan bir çalışmadır. Üç farklı senaryoda bu tedarik zinciri incelenmiştir: Birinci durumda, her biri bir tedarikçi, bir üretici ve bir perakendeci olarak bulunan üç aşamalı bir yapı ele alınmıştır. İkinci durumda, bir tedarikçi, bir üretici ve N adet perakendeci yer almaktadır. Üçüncü durumda ise bir tedarikçi, bir üretici ve N adet perakendeci rekabet halindedir.

Her üç durumda da perakendecinin sipariş miktarının, üreticiye ve tedarikçiye doğru aksama katsayıları göz önünde bulundurularak incelenmiştir. Bu modellerde fiyat-talep ilişkisi deterministik ve bilinmektedir, ayrıca sistem bilgisinin kusursuz olduğu varsayılmıştır. Stackelberg oyunu çerçevesinde tedarik zinciri ele alınmıştır, bu da tedarikçinin lider, üreticinin ve perakendecilerin takipçi rolünü üstlendiği bir yapıyı ifade eder.

Çözüm süreci geriye dönük tümevarım yöntemi kullanılarak perakendeci, üretici ve tedarikçi sırasıyla ele alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, her bir aşamada optimal stratejileri belirleyerek tedarik zinciri içindeki aktörlerin rollerini ve etkileşimlerini anlama amacına hizmet etmiştir.

Çalışmada, üretici malzemeleri tedarikçiden alarak üretim yaparken, perakendeciler ise bu ürünleri açık terminal pazarında satmaktadır. Farklı piyasa ölçeklerine sahip perakendecilerin rekabeti, çalışmanın karmaşıklığını artırmaktadır. Gelir paylaşımı sözleşmesi, elde edilen gelirin payını ve toptan satış fiyatını içermekte olup, tedarik zincirinin bütün oyuncularını için Pareto optimaldir.

Name and Surname : Murat SERARSLAN
Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Peral TOKTAŞ PALUT
Degree and Date : Ph.D. Thesis - 08.01.2024
Major : Industrial Engineering
Key Words : Supply Chain Management, Contract Management,
Coordination, Revenue Sharing Model, Game Theory.

ABSTRACT

MODELING A THREE-STAGE SUPPLY CHAIN WITH CONTRACTUAL METHOD

This study aims to coordinate the supplier, producer, and retailer in the supply chain. The supply chain is examined in three different scenarios: In the first case, a three-stage structure is considered with each stage consisting of a supplier, a producer, and a retailer. In the second case, there is one supplier, one producer, and N retailers. In the third case, there is competition among one supplier, one producer, and N retailers.

In all three cases, the retailer's order quantity is examined, taking into account the coefficients of attenuation towards the producer and supplier. The models assume a deterministic price-demand relationship, and it is assumed that the system information is flawless. The supply chain is considered within the framework of the Stackelberg game, indicating a structure where the supplier takes the lead, and the producer and retailers take on the follower roles.

The solution process is carried out by using the backward induction method, sequentially addressing the retailer, producer, and supplier. This method serves the purpose of understanding the roles and interactions of actors in the supply chain by determining optimal strategies at each stage.

In the study, the producer acquires materials from the supplier for production, and retailers sell these products in an open terminal market. The competition among retailers with different market scales adds complexity to the study. The revenue-sharing contract includes the share of obtained revenue and wholesale price, making it Pareto optimal for all players in the supply chain.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ÖZET

ABSTRACT

TABLolar LİSTESİ	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ	iv
KISALTMALAR	vi
NOTASYON.....	vii

GİRİŞ.....	1
------------	---

BİRİNCİ BÖLÜM LİTERATÜR TARAMASI

1.1. Tedarik Zinciri Kontratları.....	6
1.1.1. Tedarik Zincirinde Kontrat Tipleri.....	8
1.1.1.1. Geri Alım Kontratı.....	8
1.1.1.2. Fiyat İndirimi Kontratı.....	9
1.1.1.3. Miktar İndirimi Kontratı.....	10
1.1.1.4. Miktar Esnekliği Kontratı.....	11
1.1.1.5. Satıştan Sonra Geri Ödeme Kontratı.....	12
1.1.1.6. Toptan Fiyat Kontratı	13
1.1.1.7. Gelir Paylaşımı Kontratı.....	14
1.2. Çok Aşamalı Tedarik Zinciri Çalışmaları.....	16
1.3. Tedarik Zinciri Aksama Çalışmaları.....	18

İKİNCİ BÖLÜM TEDARİK ZİNCİRİ YAPISI 1-1-1 MODEL

2.1. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-1 Model Merkezi Çözüm.....	22
2.2. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-1 Model Merkez Kaç Çözüm	25
2.2.1. Tedarik Zincirinin Toplam Karı.....	29
2.3. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-1 Model Merkez Kaç Kontratlı Çözüm.....	30

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ YAPISI 1-1-N REKABETSİZ MODEL

3.1. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetsiz Model Merkezi Çözüm	37
3.2. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetsiz Model Merkez Kaç Çözüm.....	40
3.3. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetsiz Model Merkez Kaç Kontratlı Çözüm	46

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ YAPISI 1-1-N REKABETLİ MODEL

4.1. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetli Model Merkezi Çözüm	56
4.2. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetli Model Merkez Kaç Çözüm	62
4.3. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetli Model Merkez Kaç Kontratlı Çözüm..	73

BEŞİNCİ BÖLÜM

NÜMERİK ANALİZ

5.1. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-1 Rekabetsiz Model Nümerik Analiz	92
5.2. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetsiz Model Nümerik Analiz	98
5.3. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetli Model Nümerik Analiz	102
5.4. Tedarik Zinciri Yapıları 1-1-N Rekabetsiz ve Rekabetli Modellerin Karşılaştırmalı Analizi	110
SONUÇ	123
KAYNAKÇA.....	125

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa No.
Tablo 1. Son Yıllarda Yapılan Kontrat Modellerine Bakış	21
Tablo 2. Çeşitli Senaryolar Altında Oyuncuların Karlılık Sıralaması	113
Tablo.3 Aksama Altında Tedarik Zinciri Toplam Kar ve Miktarları	114
Tablo 4. Tedarik Zinciri Oyuncularının Aksama Katsayıları Etkileşimi.....	115
Tablo 5. Aksama Altında Tedarik Zinciri Toplam Kar ve Miktarları	116
Tablo 6. Tedarik Zincirinin Değerlerinin Değişimi.....	117
Tablo 7. 1-1-N Rekabetli Model Aksama Katsayılarına Göre Tedarik Zinciri Karı	118
Tablo 8. 1-1-N Rekabetli Model Kontratlı ve Kontratsız Çözüm Verileri.....	119
Tablo 9. 1-1-N Rekabetli Model Merkez Kaç Kontratlı Çözüm Altında Tedarik Zinciri Oyuncularının Durumları.....	120
Tablo 10. 1-1-N Rekabetli Model Merkez Kaç Kontratsız Çözüm Altında Tedarik Zinciri Oyuncularının Durumları.....	121
Tablo 11. 1-1-N Rekabetli Model Merkez Kaç Kontratlı Çözüm Altında Tedarik Zinciri Oyuncularının Kar Değişim Oranları	122

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 1. Tedarik Zinciri Koordinasyonu Sınıflandırması.....	5
Şekil 2. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-1 Model	22
Şekil 3. Konveks Fonksiyon	24
Şekil 4. Konkav Fonksiyon.....	24
Şekil 5. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetsiz Model.....	36
Şekil 6. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetli Model	55
Şekil 7. 1-1-1 Model Tedarik Zinciri Toplam Karı	93
Şekil 8. Merkezi Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı.....	95
Şekil 9. Merkez Kaç Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı	95
Şekil 10. Merkez Kaç Kontratl Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı	96
Şekil 11. Tedarik Zinciri Oyuncularının Karlılıkları	97
Şekil 12. 1-1-N Rekabetsiz Model Tedarik Zinciri Toplam Karı.....	98
Şekil 13. Merkezi Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı.....	99
Şekil 14. Merkez Kaç Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı	100
Şekil 15. Merkez Kaç Kontratl Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı	100
Şekil 16. Tedarik Zinciri Oyuncularının Kar Artış Yüzdeleri	101
Şekil 17. Tedarik Zinciri Oyuncularının Karları	102
Şekil 18. 1-1-N Rekabetli Model Tedarik Zinciri Toplam Karı	103
Şekil 19. Merkezi Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı.....	104
Şekil 20. Merkez Kaç Kontratsız Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı.....	104
Şekil 21. Merkez Kaç Kontratl Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı	105
Şekil 22. Tedarik Zinciri Oyuncularının Karları	106
Şekil 23. Tedarik Zinciri Oyuncularının Karları Artış Yüzdesi	107
Şekil 24. 1-1-N Rekabetli Model Perakendecilerin Kontrat Durumuna Göre Karı	108
Şekil 25. 1-1-N Rekabetli Model Tedarikçinin Kontrat Durumuna Göre Karı .	109
Şekil 26. 1-1-N Rekabetli Model Üreticinin Kontrat Durumuna Göre Karı	110

Şekil 27.	1-1-N Rekabetsiz ve Rekabetli Modellerde Perakendeci Karlarının Karşılaştırılması.....	111
Şekil 28.	1-1-N Rekabetsiz ve Rekabetli Modellerde Tedarikçi ve Üreticinin Karlarının Karşılaştırılması	112
Şekil 29.	1-1-N Rekabetsiz ve Rekabetli Modellerde TZ'nin Toplam Karının Karşılaştırılması.....	113



KISALTMALAR

3TL : Üçüncü Taraf Lojistik

BT : Bilgi Teknolojileri

GP : Gelir Paylaşımı

GPK : Gelir Paylaşımı Kontratı

MEK : Miktar Esnekliği Kontratı

TZ : Tedarik Zinciri

TZF : Tedarik Zinciri Finansmanı

TZK : Tedarik Zinciri Koordinasyonu

TZY : Tedarik Zinciri Yönetimi

NOTASYON

- a : Perakendecinin pazar ölçeğidir
- $\widetilde{q}_t^x$: Perakendecisinin sipariş miktarı yani bir karar değişkenidir
- d : Perakendecilerin talebinin ikame edilebilirlik katsayısıdır
- c^R : Perakendecinin birim marjinal maliyeti
- c^M : İmalatçının birim marjinal maliyeti
- c^S : Tedarikçinin birim marjinal maliyeti
- α_1 : Perakendeciden üreticiye doğru $\widetilde{q}_t^x$ karar değişkenin aksama katsayısı
- α_2 : Üreticiden tedarikçiye doğru $\widetilde{q}_t^x$ karar değişkenin aksama katsayısı
- φ^R : Perakendecinin İmalatçıyla Gelir Paylaşım Oranı
- φ^M : İmalatçının Tedarikçiyle Gelir Paylaşım Oranı

$$\widetilde{\delta}_t^x$$

$$\delta = \begin{cases} q & : \text{Adet} \\ P & : \text{Fiyat} \\ R & : \text{Gelir} \\ G & : \text{Gider} \\ \Pi & : \text{Kar} \end{cases}$$

$$\sim = \begin{cases} . & : \text{Model 1 - 1 - 1} \\ .. & : \text{Model 1 - 1 - N} \\ ... & : \text{Model 1 - 1 - N Rekabet var} \end{cases}$$

$$x = \begin{cases} R & : \text{Perakendeci} \\ M & : \text{Üretici} \\ S & : \text{Tedarikçi} \\ SC & : \text{Tedarik Zinciri} \end{cases}$$

$$t = \begin{cases} C & : \text{Merkezi} \\ D & : \text{Merkez Kaç} \\ K & : \text{Kontrat} \end{cases}$$

GİRİŞ

Tedarik zinciri yönetimi (TZY), bir ürünün veya hizmetin hammaddeden nihai tüketiciye ulaşana kadar olan tüm aşamalarını kapsayan bir yönetim sürecidir. TZY, tedarik zinciri boyunca yer alan tüm paydaşların iş birliğini ve koordinasyonunu sağlamak için tasarlanmıştır.

TZY, işletmelerin rekabet gücünü artırmanın ve müşteri memnuniyetini iyileştirmenin önemli bir yoludur. Bu yönetim, maliyetleri düşürme, hız ve esnekliği artırma, müşteri memnuniyetini iyileştirme ve tedarik zinciri risklerini azaltma hedeflerine odaklanır. Ana süreçler talep ve tedarik planlaması, stok yönetimi, üretim planlama, lojistik ve bilgi yönetimini içerir. TZY, çeşitli sektörlerde ve farklı büyüklükteki işletmeler için uygundur, ancak etkinliği işletmenin hedeflerine ve önceliklerine uygun uygulanmasına bağlıdır. Avantajları arasında maliyet tasarrufu, artan hız ve esneklik, müşteri memnuniyetinde artış yer alırken; dezavantajları ise uygulama karmaşıklığı, yüksek maliyetler ve değişime dirençtir. TZY, işletmelerin yetkinlik ve deneyimine bağlı olarak etkili bir şekilde uygulanmalıdır.

TZY stratejisi, öncelikle işletmenin amaç ve önceliklerine göre belirlenen hedeflerle başlar. Stratejiyi belirlemeden önce, mevcut tedarik zinciri durumunun detaylı bir analizi yapılır. Bu analiz, TZY uygulamasında odaklanılması gereken alanları ortaya koyar. Ardından, bu hedeflere ulaşmak için bir plan geliştirilir. Bu plan, stratejileri ve somut eylemleri içerir. Planın uygulanması, gerekli kaynak ve çabaların seferber edilmesini gerektirir. Son olarak, TZY bir sürekli iyileştirme sürecidir. Bu nedenle, düzenli olarak performansı değerlendirip iyileştirmeler yapmak önemlidir. TZY'nin etkinliği, işletmelerin önceliklerini ve hedeflerini dikkate alarak doğru bir şekilde uygulanmasına bağlıdır.

Tedarik zinciri yönetimi alanındaki geleceğin ana trendleri arasında dijitalleşme, sürdürülebilirlik ve müşteri kolaylığı yer almaktadır. Dijital teknolojiler, yapay zekâ ve makine öğrenimi gibi araçlar kullanılarak tedarik zincirleri daha verimli ve etkili hale getirilecek. Aynı zamanda, işletmeler sürdürülebilirlik açısından tedarik zincirlerini geliştirecek ve müşterilerin her zaman ve her yerde istedikleri ürünleri

alabilmelerini sağlayacak yeni çözümler üreteceklerdir. Bu değişimler, işletmelerin rekabet gücünü artırarak ve müşteri ihtiyaçlarını daha iyi karşılayarak tedarik zinciri yönetimini önümüzdeki yıllarda daha da önemli hale getirecektir.

Çalışmamız tedarikçi, üretici ve perakendeciden oluşan üç aşamalı bir tedarik zincirinin kontrat yöntemiyle koordine edilmesini amaçlamaktadır. Bu kapsamda üç aşamalı tedarik zinciri

- Bir Tedarikçi, Bir Üretici, Bir Perakendeci
- Bir Tedarikçi, Bir Üretici, N-Perakendeci
- Bir Tedarikçi, Bir Üretici, N-Perakendeci rekabet altında

Olmak üzere üç farklı senaryoda incelenmiştir.

Her üç senaryoda da perakendecinin sipariş miktarı yani bir karar değişkeni olan $\tilde{q}_t^x$ nin, perakendeciden üreticiye doğru aksama katsayısı olan α_1 üreticiden tedarikçiye doğru α_2 kadar aksadığını göz önünde bulundurduk. Her üç modelde, fiyat-talep ilişkisi deterministik ve bilinmektedir. Bu bağlamda, sistem bilgisinin kusursuz olduğu kabul edilmektedir; bu da tedarik zincirindeki oyuncuların, talep ve maliyetler konusunda tam ve doğru bilgiye sahip oldukları anlamına gelmektedir.

Tedarik zincirimizde, Stackelberg oyunu olarak ele alınabilir, bu da tedarikçinin lider, üreticinin ve perakendecilerin takipçi rolünü üstlendiği üç aşamalı tedarik zinciri yapısını ifade eder. Geriye dönük tümevarım yöntemini kullanarak çözüm sürecimizi perakendeci, üretici ve tedarikçi sırasıyla ele aldık. İlk olarak perakendeci seviyesinde, ardından üretici düzeyinde ve son olarak tedarikçi düzeyinde çözümleri tümevarım yöntemini kullanarak elde ettik. Bu yaklaşım, her bir aşamada optimal stratejileri belirleyerek tedarik zinciri içindeki aktörlerin rollerini ve etkileşimlerini anlamamıza yardımcı oldu.

Burada üretici, perakendeciler tarafından satın alınan malları tedarikçiden gerekli malzemeleri satın alarak üretirken, perakendeciler bu malları açık terminal pazarında satmaktadır. Farklı piyasa ölçeklerine sahip perakendecilerin ele alınması, Cao ve diğerleri (2013)'e benzer bir durumdur. Farklı özellik ve dinamiklere sahip çeşitli büyüklükteki perakendecilerin incelenmesi farklı faktörlerin bir araya gelerek karmaşık bir rekabet durumu oluşturmalarına sebep olmaktadır. Bu çalışmada ele alınan

Cournot rekabeti çerçevesinde perakendecilerin talep fonksiyonu, Cachon ve Lariviere'in (2005) yaptıkları çalışmayla paralellik göstermektedir. Gelir paylaşımı sözleşmesi, elde edilen gelirin payı φ ve toptan satış fiyatı P' 'yi içermekte olup, tedarik zincirinin bütün oyuncularını için Pareto optimaldir.

Çalışmanın geri kalan kısmı şu şekilde düzenlenmiştir. İlgili literatür, Bölüm 1'de incelenmiştir. Bölüm 2, bir tedarikçi, bir üretici ve bir perakendeci için temel koordinasyon modelini tanıtmaktadır. Bölüm 3, bir tedarikçi, bir üretici ve n adet perakendeciden oluşan bir merkezi tedarik zincirinin gelir paylaşım sözleşmesiyle koordinasyonunu incelemektedir. Bölüm 4, bölüm 5'te oluşturulan üç aşamalı tedarik zincirinin son aşamasının üyesi olan N adet perakendecinin birbiriyle rekabet halinde olduğu şekliyle incelenmiştir. Her üç bölümde de oluşturulan tedarik zincirinde perakendecinin sipariş miktarının, perakendeciden üreticiye ve üreticiden tedarikçiye doğru aksadığını göz önünde bulundurduk. Analitik sonuçlar, Bölüm 5'de sayısal örneklerle gösterilmiştir. Son olarak, sonuç kısmında ileride yapılabilecek çalışmalara değinilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

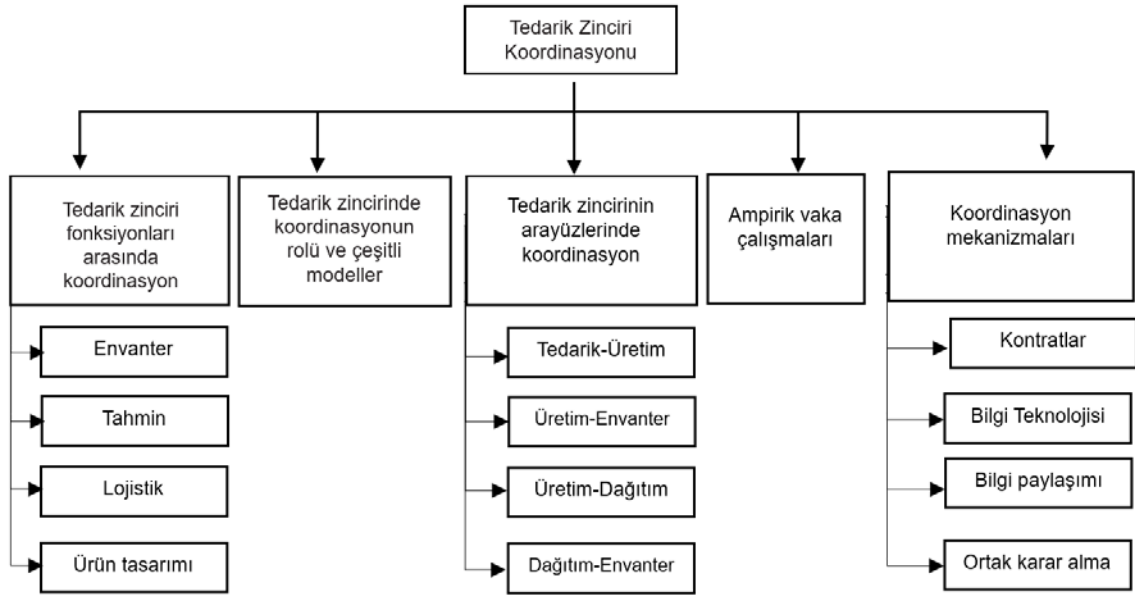
LİTERATÜR TARAMASI

TZY ve tedarik zinciri koordinasyonu (TZK), farklı disiplinlerden gelen araştırmacılar ve uygulamacılar için giderek artan bir ilgi odağı haline gelmiştir. Tedarik zinciri, malzeme akışına dair konuların ilk defa ortaya atıldığı Forrester (1961) dönemlerden itibaren TZY'nin bir parçası olarak evrimleşmiş ve 1990'lar boyunca hızla gelişmiştir. Bir tedarik zincirinde genellikle lojistik, envanter, satın alma, üretim planlaması gibi çeşitli işlevler bulunur ve iç ile dış organizasyon ilişkileri ve performans değerlendirmeleri önemlidir. Çeşitli endüstrilerdeki vaka çalışmaları ve TZ üzerine yazılan makalelerin artışı, bu konunun daha derinlemesine incelenmesine ilham vermektedir.

Tedarik zincirleri, genellikle birden fazla fonksiyon veya organizasyon arasında yayılan ve bazen uzun zaman dilimlerine yayılan sayısız aktiviteden oluşur. Bu nedenle, birden fazla fonksiyonu ve organizasyonu birleştirecek, tüm TZ'nin genel hedefleriyle uyumlu süreçlerin, sorumlulukların ve yapıların net bir şekilde tanımlandığı bir koordinasyon sistemi gereklidir. TZ'nin sürekli evrilen dinamik yapısı, etkin bir sistem koordinasyonu için çeşitli zorluklar ortaya koymaktadır. TZ üyeleri, bağımsız bir şekilde rekabet edemezler; son tüketiciye ulaşan ürün, tüketimden önce değer katkısı sağlayan birçok farklı varlıktan geçmektedir. TZ'nin toplam performansını yükseltmek adına, TZ üyelerinin birleşik bir sistem parçası olarak hareket etmeleri ve birbirleriyle koordinasyon içinde olmaları gerekmektedir. Bu bağlamda, "koordinasyon" kavramı önem kazanmaktadır.

Lambert ve Cooper (2000) ile Ballou ve diğerleri (2000), TZ üyeleri arasındaki karmaşık iş ilişkileri ağını birleştirme ve koordine etme konusunda genel bir yönetsel zorluk olduğunu vurgulamaktadır. Stank ve diğerleri (1999) tarafından yapılan çalışmada, etkili iletişim, bilgi paylaşımı, ortaklık ve performans takibi ile karakterize edilen şirketler arası koordinasyon süreçleri ele alınmıştır. Lee (2000) ise zincir üyeleri arasındaki karar hakları, iş akışı ve kaynakların yeniden düzenlenmesi yoluyla daha iyi performans, yüksek kar marjları, geliştirilmiş müşteri hizmeti

performansı ve daha hızlı yanıt süresi gibi avantajlar sağlamak için TZ koordinasyonunun kullanılmasını önermektedir.



Şekil 1. Tedarik Zinciri Koordinasyonu Sınıflandırması

Kaynak: (Arshinder, Kanda, A. & Deshmukh, S.G. 2008. "Supply chain coordination: Perspectives, empirical studies and research directions." international Journal of Production Economics, 316-335.).

Chen ve diğerleri (2014), riskten kaçınan perakendeciler ve tedarikçiler içeren merkezi olmayan tedarik zincirlerinde, koordine edici kontratlar ve bunların pazarlık gücü, fırsatçı yeniden müzakereye bağımsızlık gibi faktörlerle nasıl etkileşime girdiğini analiz etmiştir. Zhao ve diğerleri (2014), tedarik zinciri koordinasyonu açısından, belirsizlikle karakterize edilen talep koşullarında geri alım kontratlarının etkinliğini analiz ederek, talep belirsizliği düzeyinin bu kontratların uygulanabilirliğine kritik bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Chen ve diğerleri (2015), tedarik zinciri koordinasyonu açısından, yedek tedarik stratejisinin etkinliğini modelleyerek ve teorik olarak incelenmesiyle birincil ve yedek tedarikçiler arasındaki dinamiklerin ve adil olma endişelerinin üretici kararlarına etkisini ortaya koymuştur. Mohammad ve diğerleri (2017), CVaR risk kriteri altında çok ürünlü seçmeli gazeteci çocuk problemini inceleyerek, tedarik zinciri koordinasyonunda pazar seçimi ve sipariş miktarlarına dair matematiksel modeller ve çözüm algoritmaları geliştirmiştir. Ghadge ve diğerleri (2017), tedarik zinciri koordinasyonu ve risk paylaşımı konularında, alıcı-

tedarikçi ilişkilerindeki güç ve bağımlılık dinamiklerini inceleyerek ve bu dinamikleri bir otomotiv vaka çalışmasıyla analiz ederek yeni bir bakış açısı sunmuştur. He (2017), farklı tedarik risk paylaşımı kontratlarının kapalı döngü tedarik zincirlerindeki geri dönüş fiyatı ve yeniden üretim miktarı kararlarına etkilerini analiz ederek, tedarik zinciri koordinasyonunu geliştirmiştir. Cheaitou ve Cheaytoui (2018), iki aşamalı bir tedarik zinciri sürecinde, dinamik programlama yöntemiyle perakendeci için en iyi envanter kontrol politikasını geliştirerek tedarik zinciri koordinasyonunu optimize etmiştir. Zhou ve diğerleri (2018), tedarik zinciri koordinasyonu açısından, asimetrik bilgi ve risk paylaşımı arasındaki etkileşimin hem perakendecinin hem de üreticinin kararlarını ve karlarını nasıl etkilediğini analiz etmiştir. Choi ve diğerleri (2018), tedarik zincirindeki riskten kaçınma davranışlarının fiyatlandırma ve koordinasyon üzerindeki etkilerini analiz etmiştir.

1.1. Tedarik Zinciri Kontratları

Tedarik zinciri kontratları, tedarik zinciri içindeki paydaşlar arasında belirlenen yazılı anlaşmalardır. Bu anlaşmalar, tedarik zinciri performansını iyileştirmek, riskleri azaltmak ve ilişkileri güçlendirmek için kullanılmaktadır.

Tedarik zinciri kontratları üzerine yapılan akademik literatür, bu kontratların türlerini, özelliklerini ve etkilerini incelemektedir. Literatürdeki çalışmalar, tedarik zinciri kontratlarının tedarik zinciri performansını önemli ölçüde iyileştirebileceğini göstermektedir.

Bir kontrat, merkezi olmayan bir tedarik zincirinde, tedarik zinciri üyelerine, merkezi bir zincirde davrandıkları gibi davranmaları için teşvik sağlayan bir koordinasyon mekanizmasıdır (Cachon 2003). Tsay (1999), Padmanabhan ve Png (1997), Giannoccaro ve Pontrandolfo (2004), Cachon ve Lariviere (2005), Zou ve diğerleri (2008) ve Ding ve Chen (2008) tarafından yayınlanan çalışmalara dayanarak, tedarik zinciri yönetiminde kullanılan çeşitli kontratlar ve bunların tedarik zinciri ortakları arasındaki ilişkiler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu kontratlar, gerialım kontratları, gelir paylaşımı kontratları ve miktar esnekliği kontratları gibi farklı türlerde olup, her biri tedarik zincirindeki riskleri azaltmayı, stok maliyetlerini düşürmeyi ve genel verimliliği artırmayı amaçlamaktadır. Bu çalışmalar, kontratların

tedarik zincirindeki çeşitli sorunlara nasıl çözümler sunduğunu ve bu kontratlarla ilgili literatürdeki çeşitli genişletmeleri de ele almaktadır.

Tedarik zinciri kontratları, tedarik zinciri yönetiminin temel bir unsuru olarak, tedarikçiler ve alıcılar arasındaki ilişkileri düzenler ve iş birliğini artırır. Bu kontratlar, taraflar arasında belirli anlaşmalar ve taahhütler oluşturarak, iş süreçlerini ve ilişkileri net bir şekilde tanımlar. Temel amacı, riskleri paylaşarak tarafların karşılaştıkları belirsizlikleri azaltmak olan bu kontratlar, tedarikçi performansı, fiyat dalgalanmaları gibi faktörlerin yönetimini sağlar. Ayrıca, ürün ve hizmetlerin belirli miktarlarda, kalitede ve sürelerde sunulmasını garanti eder, böylece tedarik zinciri süreçlerinin düzenli ve etkin bir şekilde yürütülmesine katkıda bulunur. Fiyatlandırma ve maliyet belirleme, kontratların önemli bir parçasıdır; bu, pazar koşullarına ve anlaşmalara dayalı olarak yapılır.

Kontratlar, taraflar arasındaki yasal ve hukuki taahhütleri de içerir, böylece her iki tarafın anlaşmaya uygun hareket etmelerini ve olası anlaşmazlıkları nasıl çözeceklerini belirler. Tedarik zinciri kontratları, ayrıca ürünlerin teslimat süreçlerini ve lojistik gereksinimlerini düzenleyerek mal veya hizmetlerin taşınması ve depolanması ile ilgili kuralları koyar. Alıcıların sipariş verme prosedürlerini ve ödeme koşullarını belirlerken, taraflar arasındaki finansal işlemlerin düzenli bir şekilde gerçekleşmesini sağlar. Uyum ve performans izleme, kontratların bir başka önemli yönüdür; bu, tarafların anlaşmayı nasıl yürüttüğünü değerlendirmek için kullanılır. Tedarik zinciri koşullarının zaman içinde değişebileceği göz önünde bulundurularak, kontratlar, değişikliklere ve revizyonlara nasıl cevap verileceğini de düzenler.

Tedarik zinciri kontratlarının uygulanması, tedarik zinciri süreçleri üzerinde çeşitli etkiler yaratır. Risk paylaşımı ve azaltılması, bu kontratların ana faydalarından biridir. Talep belirsizliği, tedarikçi performansı ve fiyat dalgalanmaları gibi unsurlar, taraflar arasında paylaşılır ve yönetilir, bu da daha güvenilir bir tedarik zinciri işleyişine katkı sağlar. Stok yönetimi ve talep tahmini, kontratların bir başka önemli etkisidir; bu, alınacak miktarların ve sunulacak hizmetlerin önceden belirlenmesiyle daha etkili bir envanter yönetimi sağlar. Kontratlar, ayrıca tedarikçi ve alıcı arasındaki iş birliğini teşvik ederek, tedarik zinciri süreçlerinin daha verimli ve etkili bir şekilde yönetilmesini sağlar. Kar marjları ve maliyetler üzerindeki etkileri, özellikle miktar

indirim kontratları gibi fiyatlandırma anlaşmalarıyla belirgindir. Tedarik zinciri kontratları, tedarikçi performansını değerlendirmek ve iyileştirmek için de kullanılır; belirli hizmet seviyeleri ve kalite standartları, tedarikçilerin daha güvenilir ve istikrarlı hizmet sunmalarını teşvik eder. Anlaşmazlık çözümü, tedarik zinciri kontratlarının bir başka önemli yönüdür; bu, taraflar arasındaki anlaşmazlıkların hızlı bir şekilde çözülmesine ve süreçlerin kesintiye uğramamasına yardımcı olur. Son olarak, tedarik zinciri performansının izlenmesi ve pazar yapısı ile rekabet üzerindeki etkileri, bu kontratların tasarımına, tedarik zinciri yapısına ve sektöre bağlı olarak değişebilir, ancak genellikle tedarik zinciri süreçlerinin daha iyi planlanmasına, yönetilmesine ve belirsizliklerin azaltılmasına katkıda bulunur.

1.1.1. Tedarik Zincirinde Kontrat Tipleri

Tedarik zincirinde kontrat tipleri, yedi başlık altında aşağıdaki gibi bölümlendirilebilir.

1.1.1.1. Geri Alım Kontratı

Geri alım kontratı tedarikçinin, alıcının belirli bir miktarda ürünü veya hizmeti geri satın alma taahhüdünde bulunduğu kontrat türüdür. Bu kontrat, alıcının riskini azaltmak ve stok fazlalığını önlemek için faydalıdır.

Pasternack (1985), tedarik zinciri koordinasyonunun, ne sınırsız iade ve tam kredi politikasıyla ne de iadesiz politikayla sağlanamayacağını, ancak tam iadeye kısmi kredi veren geri alım kontratlarıyla mümkün olduğunu ortaya koymuştur. Emmons ve Gilbert (1998), perakendecinin hem stok miktarı hem de satış fiyatı taahhütleri içeren geri alım kontratlarını analiz ederek, bu kontratların tedarik zinciri yönetimindeki risk ve performansı nasıl etkilediğini ortaya koymuştur. Donohue (1998), tahminlerin zamanla güncellenebildiği çoklu üretim modları içeren bir model aracılığıyla geri alım kontratlarının, tedarik zincirindeki esneklik ve talep tahminlerine uyum sağlama kapasitesini nasıl artırabileceğini analiz etmiştir. Lau ve Lau (1998), üretici fiyatlandırma ve iade politikalarını analiz ederek, bu politikaların geri alım kontratları bağlamında tedarik zinciri performansına etkilerini ortaya koymuştur. Wang ve Zipkin (2009), geri alım kontratı kapsamında, temsilcilerin teşviklerinin tedarik zinciri performansına nasıl olumsuz etki yapabileceğini, özellikle "kanal doldurma" sorununa yol açabileceğini göstermiştir. Chen ve Bell (2011), satılmayan

envanter ve müşteri iadeleri için iki farklı geri alım fiyatı içeren anlaşmanın, tedarik zinciri koordinasyonunu mükemmelleştirebileceğini ve her iki taraf için kazanç sağlayacağını göstermiştir. He ve Zhao (2012), toptan fiyat kontratlarının tedarik zincirini koordine edemediğini, ancak üretici ve perakendeci için iade politikalarının tedarik zincirini mükemmel şekilde koordine edebileceğini bulmuştur. Xue ve diğerleri (2019), bir üretici ve iki rekabetçi perakendeci içeren tedarik zincirinde, geri alım kontratlarının tüm kanal üyelerine, yüksek rekabet seviyelerinde bile, nasıl fayda sağlayabileceğini analiz etmiştir. Xiao ve diğerleri (2017), geri alım kontratlarının finansal olarak kısıtlı tedarik zincirlerini koordine edebileceğini, ancak bunun için yeterli çalışma sermayesi gerektiğini göstermiştir. Shi ve diğerleri. (2020), Tedarik Zinciri Finansmanı (TZF) sisteminde, üreticinin geri alım kontratı kullanarak sistemi koordine ettiğini ve bu kontratın, uygun bir fiyat aralığında olduğunda tüm TZF katılımcılarına fayda sağladığını göstermiştir. Xiaoliang ve diğerleri (2023), temel işletmelerin geri alım politikası ve kredi garantisi sunma zorunluluğunu içeren bir kredi ortak garanti geri alım kontratını inceleyerek, tedarik zinciri koordinasyonunu artırmayı ve kredi riskini azaltmayı amaçlamıştır.

1.1.1.2. Fiyat İndirimi Kontratı

Fiyat indirimi kontratı (price-discount contract), alıcının, belirli bir süre boyunca belirli bir miktarda ürün veya hizmet satın aldığı daha düşük bir fiyat uyguladığı kontrat türüdür. Bu kontrat, alıcının maliyetlerini düşürmek için faydalıdır.

Lee ve Rosenblatt (1986), tedarikçinin alıcıya sipariş değişikliği ve fiyat indirimi teklif etmek suretiyle maliyet tasarrufu sağlama amacını incelemiştir ve Monahan'ın (1984), miktar indirimi modelini genelleştirmiştir. Jaber ve diğerleri (2006), tedarik zinciri seviyeleri arasındaki sipariş miktarlarını koordine etmek için tüm birim fiyat indirimi planını kullanarak, tedarik zinciri karını maksimize etmek ve en iyi kar paylaşım mekanizmasının katı mekanizma olduğunu belirlemiştir. Huang ve diğerleri (2007), fiyat indirimi kontratı koşullarında, perakendecinin birim satış fiyatı ve birim başına satın alma fiyatının eşit olmadığı durumu ekonomik üretim miktarı çerçevesinde incelemiştir. Feng ve diğerleri (2013), tedarikçinin nakit indirimi ve ticari kredi politikası altında perakendecinin optimal döngü süresi ve ödeme zamanını incelemiş ve bu konuda yönetimsel öneriler sunmuştur. Thangam (2015), internet

üzerinde hızlı pazarlama ortamında perakendecilerin aynı anda ticaret yapmak istediği ve sipariş iptallerinin etkisini göz önünde bulundurarak fiyat indirimi kontratının perakendeci envanter modelini geliştirmeyi amaçlamıştır. Aljazzar ve diğerleri (2017), ödeme gecikmesine izin verme ve fiyat indirimi gibi ticaret kredi mekanizmalarını birleştirerek, tedarik zincirinin karını artırmayı amaçlayarak bir koordinasyon mekanizması geliştirmiştir. Motlagh ve diğerleri (2018), yeşil kalite ve garanti süreleri gibi faktörleri koordine etmek için bir fiyat indirim kontratı geliştirerek, yeşil ürünlerin kalitesini artırırken rekabetçi perakendeciler arasında uzun garanti sürelerini teşvik etmeyi amaçlamıştır. Das ve diğerleri (2021), bir fiyat indirim mekanizması önererek, tek üretici ve tek perakendeci içeren bir tedarik zinciri modeli üzerinden tedarikçiyi tüm sistemin en iyisi için motive etmeyi amaçlamıştır.

1.1.1.3. Miktar İndirimi Kontratı

Miktar indirimi kontratı (quantity-discount contract), tedarikçinin, alıcının belirli bir miktarda ürün veya hizmet satın aldığı anda daha düşük bir fiyat uyguladığı kontrat türüdür. Bu kontrat, alıcının maliyetlerini düşürmek için faydalıdır.

Monahan (1984), tedarikçinin müşterisinin sipariş miktarını artırmak için fiyatlandırma planını yeniden düzenlemiş ve optimal miktar indirimi programını incelemiştir. Wee (1999), miktar indirimi, fiyatlandırma ve kısmi geri sipariş verme içeren bir envanter modeli geliştirerek, ürün fiyatının artmasıyla talebin azaldığı bir senaryoda karı maksimize etmeyi amaçlamıştır. Munson ve Rosenblatt (2001), şirketlerin tedarikçilere ve müşterilere tek taraflı olarak koşullar dayattığı örnekleri açıklamış ve üç firmadan oluşan bir tedarik zinciri boyunca miktar indirimlerini kullanarak maliyetleri azaltmanın faydalarını araştırmıştır. Viswanathan (2003), miktar indirimleri ve hacim indirimleri gibi koordinasyon mekanizmalarının etkinliğini inceleyerek, fiyat duyarlılığına sahip taleple ilgili olarak araştırmıştır. Duan ve diğerleri (2010), sabit ömürlü bir ürün için tek bir satıcı ve tek bir alıcıdan oluşan bir tedarik zincirini incelemiş ve miktar indirimi stratejisi aracılığıyla tedarik zincirinin koordinasyonunun faydasını araştırmıştır. Calzolari ve Denicol'o (2011), asimetrik bir duopolde miktar indirimlerinin rekabet etkilerini incelemiş ve sonuçlar, miktar indirimlerinin daha küçük firmayı olumsuz etkileyebileceğini ve tüketicilerin faydasını azaltabileceğini göstermiştir. Sarkar (2016), bir tedarikçi ve bir alıcı

arasındaki kanal koordinasyonunu ve miktar indirimi kontratını incelemiş ve bu stratejinin, değişken geri siparişler ve denetim maliyetleri ile birlikte mevcut olanaklardan daha fazla tasarruf sağlayabileceğini araştırmıştır. Liu ve diğerleri (2018), miktar indirimi kontratlarını inceleyerek, bir perakendecinin sipariş miktarını, üreticinin iade işleme stratejisini ve kanal koordinasyonunu araştırmıştır. Taleizadeh (2019), bir iki-seviyeli tedarik zinciri içinde, özellikle üretici ve perakendeci arasındaki ilişkilerde, miktar indirimi kontratlarının kullanımını araştırmış ve bu kontratların karlılık üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir.

1.1.1.4. Miktar Esnekliği Kontratı

Miktar esnekliği kontratı (quantity-flexibility contract), alıcının, belirli bir süre boyunca satın alacağı ürün veya hizmet miktarını belirli bir aralıkta değiştirebildiği kontrat türüdür. Bu kontrat, alıcının talebin değişkenliğine uyum sağlamasına yardımcı olur.

Kim ve Wu (2013), miktar-esneklik kontratlarını senaryo birleştirme yöntemiyle çözerek tedarik zinciri alıcı ve tedarikçisi arasındaki koordinasyonu sağlayan bir model geliştirmiştir. Nikkhoo ve diğerleri (2018), miktar esnekliği kontratının (MEK) kullanımıyla üç seviyeli bir yardım zincirinde sipariş koordinasyonunu ele alarak, MEK'nin talep belirsizliği altında hem yardım organizasyonunun kayıplarını önlediğini hem de etkilenen bölgelerin memnuniyet seviyesini artırdığını göstermiştir. Asfaw ve Venkataraman (2020), tek üretici ve perakendeci arasında miktar esnekliği kontratı geliştirilirken, müşteri taleplerinin tam bilgisinin sadece satış dönemi başında perakendeci tarafından bilinmesi durumunda, bu bilgi asimetrisini çözmeyi amaçlayan bir kontrat tasarlanmış ve her iki taraf için de avantajlı bir çözüm sunulmuştur. Beheshti ve diğerleri (2022), şehirlerde faaliyet gösteren bir gıda ticaret şirketinin atık geri dönüşüm tesislerini kiralayarak Miktar esnekliği kontratını kullanarak tedarik zincirini optimize ettiğini göstermiştir. John ve diğerleri (2022), miktar esnekliği kontratlarının kullanımının, insani yardım organizasyonları ile yardım malzemesi tedarikçileri arasında sistemik koordinasyonu sağlama ve envanter riskini azaltma potansiyeline sahip olduğunu incelemektedir. Kord ve Samouei (2022), miktar esnekliği kontratlarının kullanımıyla insani yardım zincirinde koordinasyon sağlamış, envanter yönetimi ve sipariş miktarlarını

belirlemede miktar esnekliğinin etkili bir araç olduğunu göstermiştir, böylece yardım hizmetlerinin daha verimli bir şekilde yürütülmesine katkı sağlanmıştır.

1.1.1.5. Satıştan Sonra Geri Ödeme Kontratı

Satıştan Sonra Geri Ödeme Kontratı (sales-rebate contract), alıcının, belirli bir süre boyunca belirli bir miktarda ürün veya hizmet satarsa tedarikçiden bir geri ödeme aldığı kontrat türüdür. Bu kontrat, alıcının satışlarını artırmak için faydalıdır.

Taylor (2002), Satış sonrası geri ödeme kontratı, üretici ile perakendeci arasındaki ödeme yöntemini inceleyen bir araştırma yapmış ve bu kontratın doğrusal ve hedefe yönelik geri ödeme olmak üzere iki yaygın türünün kanal koordinasyonunu ve kazan-kazan sonucunu nasıl etkilediğini araştırmıştır. Wong ve diğerleri (2009), satış geri ödeme kontratının tedarik zinciri koordinasyonunu sağlamak amacıyla araştırmış ve bu kontratın, tedarik zinciri üyelerinin dağıtılmış kararlarını merkezi bir kararlaştırma işlemine dönüştürmek için etkili bir yol olduğunu göstermiştir. He ve diğerleri (2009), stok yönetimi ve tedarik zinciri koordinasyonu bağlamında, rastgele talebe duyarlı olan ve hem perakende fiyatına hem de perakendeci satış çabasına hassas olan bir tedarik zinciri için satış sonrası geri ödeme kontratını araştırmıştır. Chiu ve diğerleri (2011a), risk duyarlı acentelerin bulunduğu tedarik zincirlerinde hedef satış geri ödeme kontratlarının kullanımını araştırmış ve bu kontratların tedarik zincirlerini koordine etme yeteneğini incelemiştir. Hematyar ve diğerleri (2014), üretici ve perakendeci arasındaki bir tedarik zincirini inceleyerek, müşteri iadeleri ve fiyatla ilişkili stokastik talep gibi faktörlere odaklanmış ve satış sonrası geri ödeme kontratı ile ilgili olarak araştırma yapmıştır. Heydari ve Asl-Najafi (2016), tek bir tedarikçi ve tek bir perakendecinin belirsiz pazar talebiyle karşılaştığı merkezi olmayan iki kademe tedarik zinciri bağlamında bir model geliştirmiştir ve incelenen TZ'de sipariş miktarını koordine etme yeteneğine sahip olup, satış sonrası geri ödeme kontratı parametrelerini perakendeci ve tedarikçi bakış açısına dayalı olarak belirlemiştir. Zhan ve diğerleri (2019), bir tedarik zincirinde, sermaye bakımından zengin bir üreticinin sermaye sıkıntısı çeken bir perakendeciye yönelik ticari kredi, minimum sipariş ve satış iadesi içeren entegre bir kontrat olan satıştan sonra geri ödeme kontratı ile ticari kredi modelini araştırmıştır. Liang ve Gu (2021), satış sonrası geri ödeme kontratlarının tedarik zinciri açısından değerini araştırmış ve bu

kontratların perakendecileri tedarikçiden daha fazla sipariş vermeye teşvik etme yeteneği olduğunu ve daha yüksek toplam kar elde edilmesini sağladığını bulmuştur.

1.1.1.6. Toptan Fiyat Kontratı

Toptan fiyat kontratı (wholesale-price contract), tedarikçinin sattığı ürün veya hizmetler için sabit bir fiyat belirlediği kontrat türüdür. Bu kontrat, tedarikçinin riskini azaltmak ve fiyat istikrarını sağlamak için faydalıdır.

Lariviere & Porteus (2001), bir üreticinin bir perakendiciye sattığı ve perakendecinin yeni bir gazeteci çocuk sorunuyla karşı karşıya olduğu basit bir tedarik zinciri kontratını ele almış ve tek kontrat parametresi olarak toptan fiyatı araştırmıştır. Cachon (2003), toptan fiyat kontratlarının tedarik zinciri boyunca riskleri azaltarak, koordinasyonu artırarak ve verimliliği iyileştirerek tedarik zinciri performansını nasıl iyileştirebileceğini incelemiştir. Vera (2008), iki seviyeli bir tedarik zinciri ortamında toptan fiyat kontratının nitel duyarlılık analizini gerçekleştirerek tedarik zinciri kontratları literatürüne katkı sağlamıştır. Xu ve Bisi (2012), tek bir üretici ve tek bir perakendeci içeren bir tedarik zincirinde, perakende fiyat erteleme ile toptan fiyat kontratını inceleyerek, kar fonksiyonlarının tek zirveli olması için yeterli koşulları araştırmıştır. Ouadighi (2014), tedarik zincirlerinde ürün kalitesini artırmak amacıyla iş birliği yapan bir üretici ve bir tedarikçi arasındaki koordinasyonu araştırmış ve bu koordinasyonun sağlanmasında optimal bir toptan fiyat kontratının etkinliğini değerlendirmiştir. Govindan ve diğerleri (2019), tedarik zincirinin koordinasyonuna odaklanmakta ve belirli senaryolara dayalı talebe sahip bir TZ koordinasyonunu analitik olarak ele almış ve ayarlanabilir iki seviyeli bir toptan fiyat kontratı önermiştir. Sarkar ve Bhala (2021), üretici odaklı bir kapalı döngü tedarik zincirinde, perakendecinin olumlu eşitsizlik endişesi yeterince güçlüyse, sabit bir toptan fiyat kontratının merkezi olmayan bir kanalı koordine edebileceğini araştırmıştır. Ha ve diğerleri (2022), üretici tarafından online bir perakende platformu üzerinden satış yapma (sızma) ve bu platformdaki yeniden satış kanalı ile bilgi paylaşma kararlarını incelemek üzere oyun teorisi modeli geliştirilmiştir. Bu model, toptan fiyat kontratının bayi kanalının komisyon oranına, kanal yerine koyma durumuna ve bilgi doğruluğuna bağlı olarak denge kararlarını karakterize etmektedir. Donga ve diğerleri (2023), birinci ekipman üreticisinin, önemli bileşenleri bir kontrat üreticisinden tedarik ettiği

durumlarda ortaya çıkan "işbirlikçi-yarışan" (co-opetitive) ilişkiyi incelemiş ve toptan fiyat kontratının etkilerini araştırmıştır.

1.1.1.7. Gelir Paylaşımı Kontratı

Gelir paylaşımı kontratı (revenue-sharing contract), tedarikçinin ve alıcının, satılan ürün veya hizmetlerden elde edilen geliri belirli bir oranda paylaştıkları kontrat türüdür. Bu kontrat, her iki tarafın da riskini azaltmak ve karlılığı artırmak için faydalıdır.

Gelir paylaşımı kontratı (GPK), bir üretici ve bir perakendeci arasındaki bir kontrat türüdür. Bu kontratta, üretici belirli sayıda ürünü perakendeciye toptan bir fiyattan satar ve ayrıca perakendecinin sattığı her birimden belirli bir gelir payı alır.

Gelir paylaşımı (GP) kontratları, tedarik zinciri koordinasyonunu sağlamanın etkili bir yolu olarak kabul edilir. Bu kontratlar, her iki taraf için de faydalar sağlayabilir. Üretici için, GP kontratları, perakendecinin ürünü daha agresif bir şekilde pazarlamasını teşvik ederek satışları artırabilir. Perakendeci için, GP kontratları, ürünün tükenmemesi riskini azaltarak karlılığı artırabilir.

GP kontratları ile ilgili akademik literatür, bu kontratların tedarik zinciri performansı üzerindeki etkilerini incelemektedir. Bu literatür, GP kontratlarının genel olarak tedarik zinciri performansını iyileştirdiğini göstermektedir. Ancak, GP kontratlarının başarısı, ürünün özellikleri, talep belirsizliği ve tedarik zinciri taraflarının pazarlık gücüne bağlı olarak değişebilir.

Cachon ve Lariviere (2005), GP kontratlarının klasik toptan fiyat kontratlarına göre tedarik zinciri performansı üzerindeki etkilerini incelemiştir. GPK'nin, toptan fiyatın tedarikçinin üretim maliyetinden daha düşük olduğu durumlarda, geleneksel toptan fiyat kontratlarına göre daha iyi koordinasyon sağladığını göstermektedir. Cachon ve Zipkin (1999), GPK'nin rekabetçi ortamlarda etkinliğini inceleyen bir makaledir. Makale, GPK'nin, rekabetin yüksek olduğu durumlarda, daha iyi performans gösterdiğini göstermektedir.

De Giovanni ve Roselli (2012), toptan fiyat kontratından gelir paylaşımı kontratına geçişin, perakendeci tarafından gelir payının aktarıldığı durumlarda, payda-Pareto-iyileştirmesi yapmadığını ve üreticinin bir destek programı sunması

durumunda olumsuz etkilerin hafifletilebileceğini göstermiştir. Hsueh (2014), tedarik zinciri koordinasyonuna kurumsal sosyal sorumluluğu entegre etmek için yeni bir gelir paylaşımı kontratı önererek, performansını artırmayı ve tedarik zinciri karını maksimize etmeyi amaçlamış ve başarmıştır. Seifbarghy ve diğerleri (2015), bir tedarik zinciri içinde merkezi ve merkezi olmayan koşullar altında fiyat, kalite derecesi ve kar paylaşımı kontratları gibi karar değişkenlerinin optimal değerlerini inceleyerek tedarik zinciri karlarını optimize etmeyi amaçlamıştır. Avinadav ve diğerleri (2015), mobil uygulama endüstrisindeki gelir paylaşımı kontratlarının, tedarik zinciri üyelerinin risk tutumlarına bağlı olarak nasıl etkilediğini ve bu bağlamda çeşitli stratejilerin sonuçlarını analiz ederek, merkezi olmayan sistemlerin bazı durumlarda merkezileşmiş sistemlerden daha iyi performans gösterebileceğini ortaya koymuştur. Wang ve Shin (2015), tedarik zinciri kontratlarının yenilik yatırımı üzerindeki etkisini inceleyerek, gelir paylaşımı kontratlarının tedarik zinciri kararlarını koordine edebildiğini ve yenilik yatırımını teşvik edebildiğini ortaya koymuştur. Dong ve diğerleri (2016), karbon emisyon azaltımı ve sürdürülebilir ürünlerin üretimi arasındaki ilişkiyi inceleyerek, sürdürülebilirlik yatırımlarının merkezi olmayan ve merkezi tedarik zincirlerinde nasıl etkili olabileceğini ve sürdürülebilir ürünlerin pazar talebine nasıl olumlu yanıt verebileceğini açıklamış ve bu alandaki yönetsel öneriler sunmuştur. Li ve diğerleri (2016), tedarik zincirinde karar sırasının tedarikçinin içsel güvenilirlik artışına ve firmaların denge fiyatlandırma stratejilerine etkisini inceleyerek, tedarik zincirinin daha yüksek bir güvenilirlik seviyesine ulaşabileceğini ve gelir paylaşımı kontratı aracılığıyla koordinasyon sağlanabileceğini ortaya koymuştur. Giri ve diğerleri (2017), birden fazla üreticinin rekabet ettiği bir tedarik zincirinde marka farklılaşmasının ve iade politikalarının ürün fiyatı, kalite yönetimi ve karlılık üzerindeki etkilerini inceleyerek, gelir paylaşım mekanizmasıyla merkezi olmayan sistemlerin koordinasyonunu sağlayarak her tarafın kazançlı çıkabileceğini göstermiştir. Yang ve Chen (2018), tedarik zinciri içindeki üretici ve perakendeci arasındaki gelir paylaşımı ve maliyet paylaşımı şemalarının, karbon emisyon azaltma çabaları üzerindeki etkilerini inceleyerek, tüketici çevresel farkındalık ve karbon vergisinin etkisi altında, her iki firmanın karlılığını artırarak ve emisyon azaltımına teşvik ederek olumlu sonuçlar elde etmiştir. Ma ve diğerleri (2019), çok sayıda rekabetçi hizmet şirketi ve bir jenerasyon şirketini içeren elektrik tedarik zincirini,

gelir paylaşımı kontratı kullanarak koordine etmeyi ve Nash dengesi ile optimum iş birliğini hizalamayı başarmıştır. Ji ve diğerleri (2020), çevre düzenlemesi altında üretim kararları ve hükümetin şapka belirleme stratejilerini inceleyerek, toptan fiyat ve gelir paylaşımı kontratlarının kullanımını karşılaştırarak, hükümetin karbon kredi tahsislerinin üretici karını nasıl etkilediğini ve sosyal refah üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur. Shen (2021), tedarik zinciri içindeki perakendeci ve üretici arasında gelir paylaşımı kontratı kullanarak koordinasyon sağlayarak yeşillik seviyesini artırmış ve perakende fiyatını düşürmüştür. Chen ve diğerleri (2022), çoklu kanal fiyatlandırma kararları için bir gelir paylaşımı kontratı kullanarak tedarik zinciri içindeki oyuncular arasındaki iş birliğini optimize etmiştir. Bhattacharyya ve diğerleri (2023), tedarik zincirindeki tedarikçi ve perakendeci arasındaki gelir paylaşımı kontratı ile, perakendeci tarafından piyasa talebini doğru bildirmek zorunda olmadığı bir politika önererek, tedarikçinin ve perakendecinin beklenen karlarını artırmasını sağlamıştır. Lina ve diğerleri (2023), riskten kaçınan üreticiler arasında gelir paylaşımı kontratları ile satış modu seçimini ele alarak, lider-takipçi oyun modelleri kullanarak tedarik zinciri kararlarını üretici, geleneksel perakendeciler ve e-ticaret platformları için optimize etmeyi başarmıştır. Liu ve Yan (2024), gelir paylaşımı kontratı altında bir tedarik zinciri finans sistemi kullanarak tedarik zinciri işletmelerinin işletme stratejilerini incelemiş ve çok seviyeli bir oyuncu modeli kullanarak denge koşullarını analiz etmiştir.

Sonuç olarak GP kontratları, tedarik zinciri koordinasyonunu sağlamanın etkili yolları olarak kabul edilmektedir. Bu kontratların seçimi, ürünün özellikleri, talep belirsizliği ve tedarik zinciri taraflarının pazarlık gücüne bağlı olarak değişebilir.

1.2. Çok Aşamalı Tedarik Zinciri Çalışmaları

Çok aşamalı tedarik zincirleri üzerine yapılan araştırmalar genellikle iki aşamalı sistemlere odaklanmıştır. Ancak, gerçekte birçok tedarik zinciri iki aşamadan daha fazlasını içerir. Birden fazla aşama arasında satış gelirlerinin adil bir şekilde paylaşılması, bu aşamalar arasındaki güç dengesini gözeterek tedarik zincirinin koordinasyonu için kritik öneme sahiptir. Mevcut literatür incelemesine göre, bu tür karmaşık sistemleri ele alan çalışmalar bu tür modeller için analitik çözümler

geliştirmenin zorluğu ve matematiksel olarak daha fazla çaba gerektirmesi sebebiyle sınırlıdır.

Genel olarak çok aşamalı tedarik zincirleri üzerine yapılan çalışmalara bakacak olursak; Van der Rhee ve diğerleri (2010), çok aşamalı tedarik zincirlerinde yeni bir gelir paylaşımı kontrat mekanizması önermiş ve bu mekanizmanın, stokastik taleple karşılaşan lineer tedarik zincirlerinde avantajlarını göstermiştir. Xu ve diğerleri (2013), üç aşamalı tedarik zinciri yönetimi için Koşullu Değer-Risk ölçüsüne dayanan bir üç seviyeli programlama modeli önererek, modelin risk yönetimini iyileştirdiğini sayısal sonuçlarla göstermiştir. Govindan ve Popiuc (2014), ürünlerin ömür sonu döneminde geri dönüşümün çevreye olan etkisini inceleyerek, toplama-yeniden üretim şemasının tüm katılımcılar için verimlilik açısından sonuçlarını araştırmış ve gelir paylaşımı kontratları ile koordinasyonun hem iki aşamalı hem de üç aşamalı geri dönüş tedarik zincirlerinde performans ve karları artırdığını bulmuştur. Feng ve diğerleri (2014), N aşamalı bir tedarik zincirinde gelir paylaşımı kontratları ve güvenilirlik faktörünü inceleyerek, tedarik zinciri üyelerinin güvenilirliklerini artırmak için teşvik edici mekanizmaları araştırmış ve güvenilirlikle gelir paylaşımı (revenue-sharing with reliability) kontratının GP kontratına göre tedarik zincirinin maksimum karını artırabileceğini bulmuştur. Moon ve diğerleri (2015), çok aşamalı tedarik zincirlerinde bütçe kısıtlarıyla çalışan üyelerin bulunduğu durumlarda tedarik zinciri koordinasyonunu sağlamak için gelir paylaşımı kontratlarının karmaşıklığını ele alarak, bu tür durumlar için bütçe kısıtlarıyla gelir paylaşımı kontratını önermiş ve bunun sayısal sonuçlarla nasıl başarılabilirliğini göstermiştir. Hou ve diğerleri (2017), üretici, distribütör ve perakendenin yer aldığı üç aşamalı bir tedarik zincirinin gelir paylaşımı kontratı ile koordinasyonunu inceleyerek, bu kontratın merkezi olmayan tedarik zincirini belirli koşullar altında eş zamanlı hareket oyunu ile koordine edebildiğini ve lider-takipçi oyunuyla koordine edemediğini göstermiş ve bu kontratın tedarik zinciri performansında potansiyel iyileştirmelerin ölçülmesine yönelik bir temel sunmuştur. Cai ve diğerleri (2017), tedarik zincirlerinde hizmet seviyesine duyarlı müşterileri koordine etmek için üç aşamalı bir mekanizma önererek; tedarik zinciri üyelerine optimal fiyatlar, gelir paylaşım oranları ve envanter hedefleri belirleme yetkisi vererek, tedarik zinciri iş birliğini artırmış, performansı maksimize etmiş ve karları adil bir şekilde paylaşmayı sağlamıştır. Gong ve diğerleri (2018),

üreticilerin işlemlerini optimize etmelerine yardımcı olan üçüncü taraf lojistik (3TL) sağlayıcıların bilgi teknolojisi (BT) yeteneklerini ele almış ve önceki çalışmaların bulgularını temel alarak dört farklı lojistik dış kaynak kontrat yapısı altında 3TL sağlayıcılarının BT yatırımlarının nasıl teşvik edilebileceğini incelemiştir. Sonuçlar, 3TL alıcılarına ve sağlayıcılarına, BT yatırımını lojistik dış kaynak süreçlerinde artırmak için uygun kontrat yapıları sunarak tedarik zinciri verimliliğini artırmada rehberlik sağlamıştır. Lu ve diğerleri (2018), yazar, yayıncı, fiziksel kitapçı (f-kitapçı) ve elektronik kitapçı (e-kitapçı) gibi dört oyunculu bir tedarik zincirinde toptan model ve ajans modeli olmak üzere iki farklı kontrat tipini kullanarak elektronik kitapların (e-kitapların) fiyatlandırma modellerini karşılaştırarak ve inceleyerek, özellikle merkezi olmayan kanallarda her iki oyuncunun da fayda sağladığı bir pareto bölgesinin varlığını ortaya koymuştur. Rusdiansyah ve Putri (2020), tedarik zinciri içindeki oyuncuları koordine etmek için kullanılan gelir paylaşımı kontrat yöntemleri ile tedarik zinciri aşama ve oyuncu sayısını inceleyerek merkezi olmayan koşullarda daha büyük kar elde edilebileceğini göstermektedir. Giri ve diğerleri (2021), iki tedarikçi tek üretici tek perakendecili bir modelde talep ve tedarik belirsizliklerini azaltmak için fiyat ve gelir paylaşımı kontratları kullanarak tedarik zinciri koordinasyonunu optimize etmiştir.

1.3. Tedarik Zinciri Aksama Çalışmaları

Modern tedarik zinciri yönetiminde kesinti yönetimi, beklenmedik olayların verimlilik ve karlılığı önemli ölçüde etkileyebilmesi nedeniyle hayati bir önem taşımaktadır. Bu konu üzerine olan literatür geniş ve gelişmekte olup, kesinti risklerini hafifletmek ve iş sürekliliğini sağlamak için çeşitli yaklaşımlar ve araçları incelemektedir. Literatür, kesintileri kaynağına (doğal afetler, politik istikrarsızlık, siber saldırılar) ve etkisine (talep artışı, tedarikçi başarısızlığı, lojistik gecikmeleri) göre kategorize etmektedir. Araştırmalar genellikle önleme, tespit, yanıt ve iyileştirme gibi aşamaları belirlemekte ve her aşama için stratejileri vurgulamaktadır. Kesintilere karşı uyarlanabilirlik ve hızlı yanıt verebilen dayanıklı ve çevik tedarik zincirlerinin oluşturulması vurgulanmaktadır.

Yaygın Stratejiler olarak araştırmalar, kesintilere karşı koymak için esnek üretim süreçleri, çeşitlendirilmiş tedarikçi ağları ve stok tamponlamayı savunmaktadır. Etkili yanıt için tedarik zinciri boyunca gerçek zamanlı veri analitiği, bilgi paylaşımı ve paydaşlar arasında güçlü iş birliği önemlidir. Senaryo planlaması ve risk değerlendirmesi yoluyla potansiyel kesintilerin proaktif olarak tanımlanması, hafifletme stratejilerinin hazırlanmasına yardımcı olur. Dijital ikizler, blok zinciri ve Yapay Zek gibi teknolojileri kullanmak, görünürlüğü artırır, karar verme süreçlerini optimize eder ve yanıtları otomatikleştirir.

Güncel araştırma trendleri, kesinti tahmini ve proaktif önlemler için geniş veri setlerine gelişmiş analitik uygulamak. Çevresel ve sosyal olarak sorumlu, kesintilere karşı doğal olarak daha dayanıklı tedarik zincirleri oluşturmak. Kesintilere daha hızlı ve uyumlu bir şekilde yanıt verebilmek için aė tasarımı optimize etmek. Kesintileri etkili bir şekilde yönetmede insan karar verme süreçlerinin ve liderliğin rolünü keşfetmek olarak özetlenebilir.

Son on yılda aksamalar ilgili yapılan bazı çalışmalara bakacak olursak, Xia ve diğerleri (2011), merkezi olmayan tedarik zincirlerinde aksama riskini, opsiyon ve sabit sipariş kontratlarıyla talep ve arz riskini paylaşarak ele almıştır. Chen ve Wei (2012), talep aksaklıklarına karşılaşan bir üretici ve iki perakendeciden oluşan tedarik zincirinin, gelir paylaşım kontratları ile nasıl etkin bir şekilde koordine edilebileceğini araştırmıştır. Cao ve diğerleri (2013), üretici ve perakendeciler arasında koordinasyon sağlamak için gelir paylaşımı kontratı kullanarak hem üretim maliyeti hem de talep aksaklıklarını aynı anda ele almıştır. Soleimani ve diğerleri (2014), üretim maliyetleri ve talep aksaklıklarının fiyatlandırma ve üretim kararlarını nasıl etkilediğini inceleyerek, bu aksaklıklar altında üretici ve perakendeci için optimal toptan ve perakende fiyatlarını belirlemek amacıyla bir oyun teorik yaklaşım önermiştir. Sobhan ve Xiaofeng (2014), talep belirsizliği ve tedarik aksamaları altında duyarlı yedek kapasiteler sağlamak için kontrat temelli önlemlerin etkinliğini ele almıştır. Tang ve Gurnani (2014), tedarik zinciri aksamalarını ele almak için alıcılar ve tedarikçilerin optimal stratejilerini belirleyen modeller geliştirilmiş ve bu modellerde teşvik kullanımı ve sipariş miktarı ayarlamalarının önemi vurgulanmıştır. Cao (2014), talep aksamaları altında optimal kararları ve koordinasyon modellerini analiz ederek, çift

kanallı tedarik zincirinde fiyat ve üretim ayarlamalarıyla ilgili gelişmiş bir gelir paylaşım kontratı önermiştir. Zhang ve diğerleri (2015), aksamalar sonrası çift kanallı tedarik zincirinde koordinasyon sağlamak için, talep ve üretim maliyeti aksaklıklarına özel olarak tasarlanmış kontratların kullanımını ele almıştır. Li ve diğerleri (2016), bir üretici ve aksama riski olan bir tedarikçi içeren tedarik zincirinde, tedarikçinin güvenilirliğini artırmak için yürüttüğü süreçleri ve firmaların fiyatlandırma stratejilerinin bu süreç üzerindeki etkilerini ele almıştır. Fattahi (2017), operasyonel ve aksama riskleri altında, tedarik zinciri planlamada tedarikçi seçimi, kaynak stratejisi ve sipariş tahsisi optimizasyonunu, stokastik modelleme ve senaryo analiziyle ele almıştır. Köle ve Bakal (2017), aksamalara eğilimli düzenli tedarikçiye alternatif olarak, daha pahalı ama güvenilir bir opsiyon kontratı kullanan alıcının, farklı bilgi düzeylerine göre optimal yeniden tedarik stratejisini ele almıştır. Wanga ve diğerleri (2017), tedarik zincirlerindeki potansiyel pazar aksamalarının, çekme ve itme kontratları aracılığıyla üretici ve perakendeci performansına etkilerini incelemiştir. Wanga ve diğerleri (2017), tedarik zincirindeki bir üretici ve perakendeci arasında, pazar talebindeki aksamaların ne zaman meydana geleceğini kesin olarak tahmin edememeleri durumunda, perakendecinin üreticiden daha doğru aksama tahminleri elde etmek için özel bilgi sistemlerine başvurduğu bir model geliştirilmiştir. Hou ve diğerleri (2017), ana tedarikçide aksama yaşandığında yedek kaynaklarla nasıl etkili bir şekilde çalışılacağını ve bu durumda alıcılar için optimal kararları teorik ve sayısal olarak analiz etmiştir. Liu ve diğerleri (2017), talep aksaması sonrasında bir gelir paylaşımı kontratı ile tedarik zincirinin koordinasyonunu ve hükümetin fiyat düzenleme politikasını analiz etmiştir. Wanga ve diğerleri (2018), piyasa talebindeki aksamaların tedarik zinciri üzerindeki risklerini incelemekte ve aksama durumlarında bilgi paylaşımının nasıl etkilendiğini ele almaktadır. Jabbarzadeh ve diğerleri (2018), tedarik zinciri aksamalarını ele almak için stokastik bir sağlamlaştırılmış optimizasyon modelini sunmuştur. Wu ve diğerleri (2018), talep aksaklığını ele aldığında ticaret promosyonlarını nasıl yönetileceğini incelemiş ve talep belirsizliği ve sınırlı kapasiteyi dikkate alarak optimal promosyon kararları çıkarmıştır. Diabat ve diğerleri (2019), felaketler sırasında tedarik zinciri aksamalarını ele alarak bu olumsuz durumların zamanında ve maliyet-etkin teslimatlara olan etkisini incelemiştir. Aslani ve Heydari (2019), çift kanallı bir tedarik zinciri içinde kanal aksamasını ele alarak, fiyatlandırma,

ürün yeşillik durumu ve koordinasyon sorunlarına odaklanmıştır. Motlagh ve diğerleri (2020a), Valsartan adlı ilacın üretim aksaklıklarını ele alarak, geri çağırma yönetimi için etkili politikaların uygulanmasının önemini vurgulamıştır. Giri ve diğerleri (2021), tek bir ürün için gazeteci çocuk problemi modelini ele alırken, talep ve arz belirsizlikleri altında aksamayı nasıl ele aldığını incelemiştir. Motlagh ve diğerleri (2022), kullanılmış ürünlerin toplama sürecinde meydana gelen aksamaları koordinasyon kontratı yaklaşımıyla ele almıştır.

Çalışmamıza yön veren bazı makaleleri tedarik zinciri aşama, oyuncu sayısı ve aksama rekabet koşulları gözeterek Tablo.1'deki gibi gösterebiliriz.

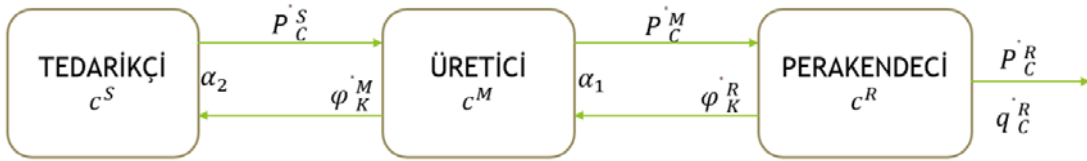
Tablo 1. Son Yıllarda Yapılan Kontrat Modellerine Bakış

Yıl	Yazar	Aksama	Tekli-Çoklu Tedarikçi	Tekli-Çoklu Üretici	Tekli-Çoklu Perakendeci	Rekabet	Kontrat Tipi
2011	Xia ve diğerleri (2011)	✓	Tek Tedarikçi				Risk Paylaşımı , Opsiyon
2012	Chen ve Wei (2012)	✓		Tek Üretici	İki Perakendeci	✓	Gelir Paylaşımı
2013	Xu ve diğerleri (2013)		Tek Tedarikçi	Tek Üretici	Tek Perakendeci		Gazeteci Çocuk Problemi
2013	Cao ve diğerleri (2013)	✓		Tek Üretici	N - Perakendeci	✓	Gelir Paylaşımı
2014	Soleimani ve diğerleri (2014)	✓		Tek Üretici	Tek Perakendeci		Oyun Teorik Yöntem
2014	Tang ve Gurnani (2014)	✓	Çoklu Tedarikçi		Tek Alıcı		Ya Hep Ya Hiç Modeli
2014	Chen ve diğerleri (2014)		Çoklu Tedarikçi		Tek Perakendeci		Miktar İndirimi
2014	Sobhan ve Xiaofeng (2014)	✓	Çoklu Tedarikçi		Tek Alıcı		Toptan Satış Fiyatı
2014	Zhao ve diğerleri (2014)		Tek Tedarikçi		Tek Perakendeci		Geri Alım
2015	Avinadav ve diğerleri (2015)		Tek Tedarikçi		Tek Perakendeci		Gelir Paylaşımı
2015	Chen ve diğerleri (2015)		Çoklu Tedarikçi	Tek Üretici			Opsiyon
2016	Li ve diğerleri (2016)	✓	Tek Tedarikçi	Tek Üretici			Gelir Paylaşımı
2017	Hou ve diğerleri (2017)	✓	Çoklu Tedarikçi		Tek Alıcı		Kapasite Rezervasyon
2017	Mohammad ve diğerleri (2017)		Tek Tedarikçi				Gazeteci Çocuk Problemi
2017	Fattahi (2017)	✓	Çoklu Tedarikçi	Çoklu Üretici			Opsiyon
2017	Köle ve Bakal (2017)	✓	Çoklu Tedarikçi		Tek Alıcı		Opsiyon
2017	Wang ve diğerleri (2017)	✓		Tek Üretici	Tek Perakendeci		Çekme Veya İtme
2017	Ghadge ve diğerleri (2017)		Tek Tedarikçi		Tek Alıcı		Risk Paylaşımı
2017	He (2017)		Tek Tedarikçi	Tek Üretici			Risk Paylaşımı
2017	Wang ve diğerleri (2017)	✓	Tek Tedarikçi		Tek Perakendeci		Toptan Fiyat
2018	Cheaitou ve Cheaytuo (2018)		Çoklu Tedarikçi		Tek Perakendeci		Kapasite Rezervasyon
2018	Zhou ve diğerleri (2018)			Tek Üretici	Tek Perakendeci		Risk Paylaşımı
2018	Wang ve diğerleri (2018)	✓		Tek Üretici	Tek Perakendeci		Toptan Satış Fiyatı
2018	Choi ve diğerleri (2018)			Tek Üretici	İki Perakendeci	✓	Toptan Satış Fiyatı
2019	Ma ve diğerleri (2019)	✓		Tek Üretici	N - Perakendeci	✓	Gelir Paylaşımı
2020	Rusdiansyah ve Putri (2020)		Tek Tedarikçi	Tek Üretici	Tek Perakendeci		Gelir Paylaşımı
2021	Shen (2021)			Tek Üretici	Tek Perakendeci		Gelir Paylaşımı
2021	Giri ve diğerleri (2021)	✓	İki Tedarikçi	Tek Üretici	Tek Perakendeci		Gelir Paylaşımı
2022	Chen ve diğerleri (2022)			Tek Üretici	3 - Satıcı		Gelir Paylaşımı
2023	Bhattacharyya ve diğerleri (2023)		Tek Tedarikçi		Tek Perakendeci		Gelir Paylaşımı
2023	Lina ve diğerleri (2023)			Tek Üretici	2 - Satıcı		Gelir Paylaşımı
2024	Liu ve Yan (2024)		Tek Tedarikçi		Tek Perakendeci		Gelir Paylaşımı
Bizim Çalışmamız		✓	Tek Tedarikçi	Tek Üretici	Tek Perakendeci		Gelir Paylaşımı
		✓	Tek Tedarikçi	Tek Üretici	N - Perakendeci		
		✓	Tek Tedarikçi	Tek Üretici	N - Perakendeci	✓	

İKİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ YAPISI 1-1-1 MODEL

Bu bölümde, tedarik zincirimiz bir tedarikçi, bir üretici ve bir perakendeci yapıdan oluşan en temel model ile modellemeye başlanacaktır.



Şekil 2. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-1 Model

2.1. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-1 Model Merkezi Çözüm

Merkezi model tabanlı sistemlerde, katılımcılar tek bir birim olarak işlev görürler. Bu yapısal düzenleme, katılımcıların bireysel kazanımlarını en üst düzeye çıkarma amacından ziyade, sistemin toplam karının maksimizasyonuna odaklanır. Bu bağlamda, oyun teorisi ve tedarik zinciri optimizasyonu perspektifinden incelendiğinde, merkezi modelin temel amacı, sistemin genelini göz önünde bulundurarak koordinasyon ve iş birliği aracılığıyla toplam verimliliği ve karlılığı en üst düzeye çıkarmaktır. Bu yaklaşım, katılımcıların karar alma süreçlerini, bireysel çıkarlarını aşarak, kolektif bir optimuma yönlendirir ve böylelikle tedarik zinciri boyunca sinerjik bir etkileşim ve entegrasyon sağlar.

Bu kapsamda perakendecinin fiyat, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$P_C^R = (a - B \cdot q_C^R)$$

$$R_C^R = P_C^R \cdot q_C^R = (a - B \cdot q_C^R) \cdot q_C^R$$

$$G_C^R = c^R \cdot q_C^R + P_C^M \cdot q_C^R$$

$$\Pi_C^R = (a - B \cdot q_C^R) \cdot q_C^R - c^R \cdot q_C^R - P_C^M \cdot q_C^R$$

Benzer şekilde üreticinin fiyat, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$R_C^M = P_C^M \cdot q_C^R$$

$$G_C^M = c^M \cdot \left(\frac{q_C^R}{\alpha_1} \right) + P_C^S \cdot \left(\frac{q_C^R}{\alpha_1} \right)$$

$$\Pi_C^M = P_C^M \cdot q_C^R - c^M \cdot \left(\frac{q_C^R}{\alpha_1} \right) - P_C^S \cdot \left(\frac{q_C^R}{\alpha_1} \right)$$

Aynı şekilde tedarikçinin fiyat, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$R_C^S = \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot q_C^R \cdot P_C^S$$

$$G_C^S = \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot q_C^R$$

$$\Pi_C^S = \left(\frac{w^S}{\alpha_1} \right) \cdot q_C^R - \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot q_C^R$$

Bu durumda tedarik zincirinin toplam karı tüm oyuncuların karlarının toplamı olarak aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$\Pi_C^{SC} = \Pi_C^R + \Pi_C^M + \Pi_C^S$$

$$\Pi_C^{SC} = a \cdot q_C^R - B \cdot q_C^R \cdot q_C^R - \left(c^R + \frac{c^M}{\alpha_1} + \frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot q_C^R \quad (2.1)$$

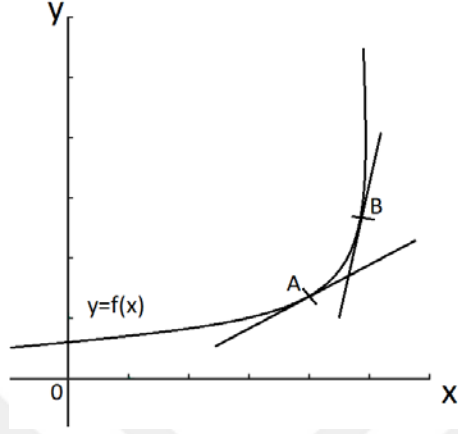
Önerme 2.1.

Denklem 2.1’de verilen Π_C^{SC} Tedarik zincirinin toplam kar fonksiyonunun maksimum değerini q_C^R ’de almaktadır.

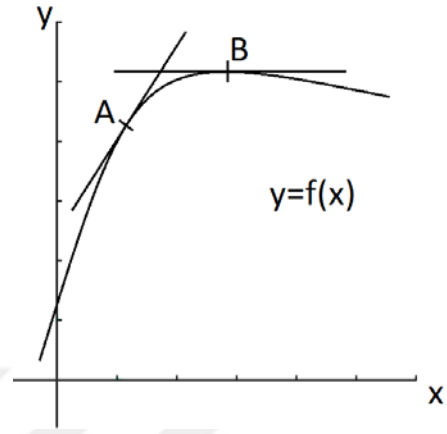
$$q_C^R = \left(\frac{a - \left(c^R + \frac{c^M}{\alpha_1} + \frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right)}{2 \cdot B} \right) \quad (2.2)$$

Tanım1.1.

Grafikleri aşağıdaki gibi verilen $y=f(x)$ fonksiyonlarını (eğrilerini) ve bu eğriler üzerindeki hareketli bir noktayı göz önüne alalım.



Şekil 3. Konveks Fonksiyon



Şekil 4. Konkav Fonksiyon

Şekil 3’de olduğu gibi bu hareketli nokta A’ dan B’ye doğru ilerlediğinde eğriye teğet olan doğrular saat yönünün tersine döner ve eğri teğetlerin üzerinde kalır ise eğriye yukarı konkavdır (konvekstir = dış bükey) denir.

Şekil 4’te olduğu gibi bu hareketli nokta A’ dan B’ye doğru ilerlediğinde eğriye teğet olan doğrular saat yönüne döner ve eğri teğetlerin altında kalır ise eğriye aşağı konkavdır (konkavdır = iç bükey) denir.

Teğetin Şekil 3’de olduğu gibi saat yönünün tersine dönmesi $f'(x)$ birinci türev fonksiyonunun türevinin artan bir fonksiyon olduğu anlamındadır. Bu durum $f''(x)>0$ olduğunu gösterir. Benzer şekilde teğetin Şekil 4’te olduğu gibi saat yönünde dönmesi $f'(x)$ birinci türev fonksiyonunun türevinin azalan bir fonksiyon olduğu anlamındadır ve bu durum $f''(x)<0$ olduğunu gösterir.

(Konkavlık için ikinci türev testi) $f:[a ,b] \rightarrow IR$ fonksiyonunun (a ,b) aralığında ikinci mertebeden türevi var olsun. Eğer $\forall x \in (a ,b)$ için $f''(x)>0$ ise $f(x)$ fonksiyonu $[a ,b]$ aralığında konvekstir (dış bükey). Eğer $\forall x \in (a ,b)$ için $f''(x)<0$ ise $f(x)$ fonksiyonu $[a ,b]$ aralığında konkavdır (iç bükey).

İspat 2.1.

$$\frac{d\Pi_C^{SC}(q_C^R)}{dq_C^R} = -2 \cdot B < 0$$

Böylece, Tanım 1.1'e göre denklem (2.1)'de verilen Π_C^{SC} Tedarik zincirinin toplam kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini q_C^R 'de aldığını ispatlanabilir.

$$\frac{d\Pi_C^{SC}(q_C^R)}{dq_C^R} = a - \left(c^R + \frac{c^M}{\alpha_1} + \frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) - 2 \cdot B \cdot q_C^R$$

$$\frac{d\Pi_C^{SC}(q_C^R)}{dq_C^R} = 0$$

İse denklem 2.2 bulunabilir. $\square$

2.2. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-1 Model Merkez Kaç Çözüm

Merkezkaç sistemlerde, tüm oyuncular bağımsız birer birim olarak hareket ederler. Bu model içerisinde, her bir oyuncunun temel amacı, kendi bireysel karını maksimize etmek üzerine kuruludur. Oyun teorisi ve tedarik zinciri optimizasyonu çerçevesinde ele alındığında, merkezkaç modelin odak noktası, oyuncuların kendi içsel motivasyonları ve bireysel kazanımlarını temel alarak karar alma süreçlerini şekillendirmesidir. Bu yaklaşım, oyuncuların birbirlerinden bağımsız olarak hareket etmelerini ve her birinin maksimum bireysel faydayı hedeflemesini teşvik eder. Bu bağlamda, sistem genelindeki toplam karlılık veya verimlilikten ziyade, bireysel başarı ve karlılık ön plana çıkar, tedarik zinciri boyunca rekabetçi bir dinamik oluşturur.

Bu kapsamda perakendecinin fiyat, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$P_D^R = (a - B \cdot q_D^R)$$

$$R_D^R = P_D^R \cdot q_D^R = (a - B \cdot q_D^R) \cdot q_D^R$$

$$\dot{G}_D^R = c^R \cdot \dot{q}_D^R + P_D^M \cdot \dot{q}_D^R$$

$$\dot{\Pi}_D^R = (a - B \cdot \dot{q}_D^R) \cdot \dot{q}_D^R - c^R \cdot \dot{q}_D^R - P_D^M \cdot \dot{q}_D^R \quad (2.3)$$

Önerme 2.2.

Denklem (2.3)'de verilen $\dot{\Pi}_D^R$ perakendecinin kar fonksiyonunun maksimum değerini $\dot{q}_D^R$ 'de almaktadır.

$$\dot{q}_D^R = - \left(\frac{c^S + \alpha_2 \cdot (\alpha_1 \cdot (c^R - a) + c^M)}{8 \cdot B \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2} \right) \quad (2.4)$$

İspat 2.2:

$$\frac{d\dot{\Pi}_D^R(\dot{q}_D^R)}{d\dot{q}_D^R} = -2 \cdot B < 0$$

Böylece, Tanım 1.1'e göre denklem (2.3)'de verilen $\dot{\Pi}_D^R$ Perakendecinin kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini $\dot{q}_D^R$ 'de aldığını ispatlanabilir.

$$\frac{d\dot{\Pi}_D^R(\dot{q}_D^R)}{d\dot{q}_D^R} = a - 2 \cdot B \cdot \dot{q}_D^R - c^R - P_D^M$$

$$\frac{d\dot{\Pi}_D^R(\dot{q}_D^R)}{d\dot{q}_D^R} = 0 \quad \text{ise}$$

$$\dot{q}_D^R = \left(\frac{a - c^R - P_D^M}{2 \cdot B} \right) \quad (2.5)$$

(2.9) denklemdeki P_D^M (2.5) numaralı denklemde yerine konursa denklem (2.6) elde edilir.

$$\dot{q}_D^R = - \left(\frac{\alpha_1 \cdot (c^R - a) + c^M + P_D^S}{4 \cdot B \cdot \alpha_1} \right) \quad (2.6)$$

(2.11) denklemdeki P_D^S (2.6) numaralı denklemde yerine konursa denklem (2.4) elde edilir. $\square$

Benzer şekilde üreticinin fiyat, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\begin{aligned}
 R_D^M &= P_D^M \cdot q_D^R \\
 G_D^M &= c^M \cdot \left(\frac{q_D^R}{\alpha_1} \right) + P_D^S \cdot \left(\frac{q_D^R}{\alpha_1} \right) \\
 \Pi_D^M &= P_D^M \cdot q_D^R - c^M \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot q_D^R - P_D^S \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot q_D^R
 \end{aligned} \tag{2.7}$$

Önerme 2.3.

Denklem (2.7)'de verilen Π_D^M üreticinin kar fonksiyonunun maksimum değerini P_D^M 'de almaktadır.

$$P_D^M = \left(\frac{a - c^R}{2} \right) + \left(\frac{c^M + \frac{(\alpha_1 \cdot (a - c^R) - c^M) \cdot \alpha_2 + c^S}{2 \cdot \alpha_2}}{2 \cdot \alpha_1} \right) \tag{2.8}$$

İspat 2.3

$$\frac{d\Pi_D^M(P_D^M)}{dP_D^{M^2}} = -\frac{1}{B} < 0$$

Böylece, Tanım 1.1'e göre denklem (2.7)'de verilen Π_D^M Üreticinin kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini P_D^M 'de aldığını ispatlanabilir.

(2.5) denklemdeki q_D^R (2.7) numaralı denklemde yerine konursa (2.7a) elde edilir.

$$\Pi_D^M = + \left(\frac{a - c^R - 2 \cdot P_D^M}{2 \cdot B} \right) - \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \left(\frac{a - c^R - P_D^M}{2 \cdot B} \right) \cdot (c^M + P_D^S) \tag{2.7a}$$

$$\frac{d\Pi_D^M(P_D^M)}{dP_D^M} = \frac{\alpha_1 \cdot (-2 \cdot P_D^M - c^R + a) + P_D^S + c^M}{2 \cdot B \cdot \alpha_1}$$

$$\frac{d\Pi_D^M(P_D^M)}{dP_D^M} = 0 \text{ ise}$$

$$P_D^M = \left(\frac{a - c^R}{2} \right) + \left(\frac{c^M + P_D^S}{2 \cdot \alpha_1} \right) \quad (2.9)$$

(2.11) denklemdeki P_D^S (2.9) numaralı denklemde yerine konursa denklem (2.8) elde edilir. $\square$

Aynı şekilde tedarikçinin fiyat, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\begin{aligned} R_D^S &= \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot q_D^R \cdot P_D^S \\ G_D^S &= \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \cdot \alpha_2} \right) \cdot q_D^R \\ \Pi_D^S &= \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot q_D^R \cdot P_D^S - \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \cdot \alpha_2} \right) \cdot q_D^R \end{aligned} \quad (2.10)$$

Önerme 2.4.

Denklem (2.10)'de verilen Π_D^S tedarikçinin kar fonksiyonunun maksimum değerini P_D^S 'de almaktadır.

$$P_D^S = \frac{(\alpha_1 \cdot (a - c^R) - c^M) \cdot \alpha_2 + c^S}{2 \cdot \alpha_2} \quad (2.11)$$

İspat 2.4

$$\frac{d\Pi_D^S(P_D^S)}{dP_D^S} = -\frac{1}{2 \cdot B \cdot \alpha_1^2} < 0$$

Böylece, Tanım 1.1'e göre denklem (2.10)'da verilen Π_D^S Tedarikçinin kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini P_D^S 'de aldığını ispatlanabilir.

$$\dot{\Pi}_D^S = \frac{\alpha_1 \cdot (a - c^R) - c^M - \dot{P}_D^S}{4 \cdot B \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_1} \cdot \dot{P}_D^S - \frac{\alpha_1 \cdot (a - c^R) - c^M - \dot{P}_D^S}{4 \cdot B \cdot \alpha_1} \cdot \frac{c^S}{\alpha_1 \cdot \alpha_2}$$

$$\frac{d\dot{\Pi}_D^S(\dot{P}_D^S)}{d\dot{P}_D^S} = \frac{\alpha_1 \cdot (a - c^R) - c^M - 2 \cdot \dot{P}_D^S}{4 \cdot B \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_1} + \frac{c^S}{4 \cdot B \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2}$$

$$\dot{P}_D^S = \frac{\alpha_1 \cdot (a - c^R) - c^M}{2} + \frac{c^S}{2 \cdot \alpha_2}$$

(2.4) denklemdeki $\dot{q}_D^R$ (2.10) numaralı denklemde yerine konursa (2.10a) elde edilir.

$$\dot{\Pi}_D^S = - \left(\frac{(\dot{P}_D^S + \alpha_1 \cdot (c^R - a) + c^M) \cdot (\alpha_2 \cdot \dot{P}_D^S - c^S)}{4 \cdot B \cdot \alpha_1^2 \cdot \alpha_2} \right) \quad (2.10a)$$

$$\frac{d\dot{\Pi}_D^S(\dot{P}_D^S)}{d\dot{P}_D^S} = - \left(\frac{\alpha_2 \cdot (2 \cdot \dot{P}_D^S + \alpha_1 \cdot (c^R - a) + c^M) - c^S}{4 \cdot B \cdot \alpha_1^2 \cdot \alpha_2} \right)$$

$$\frac{d\dot{\Pi}_D^S(\dot{P}_D^S)}{d\dot{P}_D^S} = 0 \text{ ise}$$

İse denklem (2.11) bulunabilir. $\square$

2.2.1. Tedarik Zincirinin Toplam Karı

Bu durumda tedarik zincirinin toplam karı tüm oyuncuların karlarının toplamı olarak aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$\dot{\Pi}_D^{SC} = \dot{\Pi}_D^R + \dot{\Pi}_D^M + \dot{\Pi}_D^S$$

$$\dot{\Pi}_D^{SC} = \left(\frac{7 \cdot (\alpha_2 \cdot ((c^R - a) \cdot \alpha_1 + c^M) + c^S)^2}{64 \cdot B \cdot \alpha_1^2 \cdot \alpha_2^2} \right) \quad (2.12)$$

2.3. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-1 Model Merkez Kaç Kontrathlı Çözüm

Merkezkaç sistemlerde bağımsız hareket eden oyuncuların varlığı göz önünde bulundurulduğunda, bu oyuncular arasında kurgulanan kontratlar aracılığıyla merkezi bir çözüme yaklaşmak mümkündür. Bu modelde, her bir oyuncunun kendi bireysel karını maksimize etme eğilimi, kontratlar yoluyla bir araya getirilerek, sistemin genelinde bir koordinasyon ve uyum sağlanır. Oyun teorisi ve tedarik zinciri optimizasyonu çerçevesinde yeniden şekillendirilen bu yaklaşım, oyuncular arası stratejik anlaşmaların, bireysel çıkarların ötesinde, kolektif bir verimlilik ve karlılık hedefine yönelik olarak düzenlenmesini öngörür. Böylelikle, her bir oyuncunun kontratlar sayesinde belirlenen kurallar çerçevesinde hareket etmesi, merkezi sistemlerdeki gibi toplam sistemin optimizasyonuna katkıda bulunabilir. Bu, merkezkaç sistemdeki oyuncuların bağımsızlığını korurken, aynı zamanda merkezi bir çözüme doğru yönlendirilmiş bir yapıyı mümkün kılar, tedarik zinciri boyunca sinerjik bir iş birliği ve uyumun sağlanmasına olanak tanır.

Bu kapsamda perakendecinin fiyat, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\begin{aligned}
 P_K^R &= (a - B \cdot q_K^R) \\
 R_K^R &= P_K^R \cdot q_K^R = \left((a - B \cdot q_K^R) \cdot q_K^R \right) \cdot \varphi_K^R \\
 G_K^R &= c^R \cdot q_K^R + P_K^M \cdot q_K^R \\
 \Pi_K^R &= R_K^R - G_K^R \\
 \Pi_K^R &= + a \cdot \varphi_K^R \cdot (q_K^R) - B \cdot \varphi_K^R \cdot (q_K^R) \cdot (q_K^R) - c^R \cdot (q_K^R) - (q_K^R) \cdot P_K^M \quad (2.13)
 \end{aligned}$$

Önerme 2.5:

Denklem (2.13)'de verilen Π_K^R perakendecinin kar fonksiyonunun maksimum değerini $q_K^{R'}$ de almaktadır.

$$q_K^{R'} = \left(- \frac{c^M + P_K^S + (c^R - a) \cdot \alpha_1 \cdot \varphi_K^M}{2 \cdot B \cdot \alpha_1 \cdot \varphi_K^M \cdot (1 + \varphi_K^R)} \right) \quad (2.14)$$

İspat 2.5.

$$\frac{d\dot{\Pi}_K^R(q_K^R)}{dq_K^R} = -2 \cdot B \cdot \dot{\varphi}_K^R < 0$$

Böylece, Tanım 1.1'e göre denklem (2.13)'de verilen $\dot{\Pi}_K^R$ Perakendecinin kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini q_K^R 'de aldığını ispatlanabilir.

$$\frac{d\dot{\Pi}_K^R(q_K^R)}{dq_K^R} = a \cdot \dot{\varphi}_K^R - 2 \cdot B \cdot \dot{\varphi}_K^R \cdot q_K^R - c^R - P_K^M$$

$$\frac{d\dot{\Pi}_K^R(q_K^R)}{dq_K^R} = 0 \text{ ise}$$

$$q_K^R = \left(\frac{a \cdot \dot{\varphi}_K^R - c^R - P_K^M}{2 \cdot B \cdot \dot{\varphi}_K^R} \right) \quad (2.15)$$

(2.17) denklemdeki P_K^M (2.15) numaralı denklemde yerine konursa (2.15a) elde edilir

$$q_K^R = \left(- \frac{c^M + P_K^S + (c^R - a) \cdot \alpha_1 \cdot \dot{\varphi}_K^M}{2 \cdot B \cdot \alpha_1 \cdot \dot{\varphi}_K^M \cdot (1 + \dot{\varphi}_K^R)} \right) \quad (2.15a)$$

(2.19) denklemdeki P_K^S (2.15a) numaralı denklemde yerine konursa q_K^R (2.14) elde edilir. $\square$

Benzer şekilde üreticinin fiyat, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$R_K^M = \left(P_K^M \cdot q_K^R + \left(\left((a - B \cdot q_K^R) \cdot q_K^R \right) \cdot (1 - \dot{\varphi}_K^R) \right) \right) \cdot \dot{\varphi}_K^M$$

$$G_K^M = c^M \cdot \left(\frac{q_K^R}{\alpha_1} \right) + P_K^S \cdot \left(\frac{q_K^R}{\alpha_1} \right)$$

$$\Pi_K^M = R_K^M - G_K^M$$

$$\begin{aligned}\Pi_K^M &= \left(P_K^M \cdot q_K^R + \left(\left((a - B \cdot q_K^R) \cdot q_K^R \right) \cdot (1 - \varphi_K^R) \right) \right) \cdot \varphi_K^M \\ &\quad - c^M \cdot \left(\frac{q_K^R}{\alpha_1} \right) - P_K^S \cdot \left(\frac{q_K^R}{\alpha_1} \right)\end{aligned}\quad (2.16)$$

Önerme 2.6.

Denklem (2.16)'da verilen Π_K^M üreticinin kar fonksiyonunun maksimum değerini P_K^M 'de almaktadır. (2.19) denklemdeki P_K^S (2.17) numaralı denklemde yerine konursa P_K^M elde edilir.

$$P_K^M = \left(\frac{\varphi_K^R \cdot (a \cdot \alpha_1 \cdot \varphi_K^R \cdot \varphi_K^M + P_K^S + c^M) - \alpha_1 \cdot c^R \cdot \varphi_K^M}{\alpha_1 \cdot \varphi_K^M \cdot (1 + \varphi_K^R)} \right) \quad (2.17)$$

İspat 2.6.

$$\frac{d\Pi_K^M(P_K^M)}{dP_K^{M^2}} = -\frac{\varphi_K^M}{B \cdot \varphi_K^R} - \frac{\varphi_K^M \cdot (1 - \varphi_K^R)}{2 \cdot B \cdot \varphi_K^{R^2}} < 0$$

Böylece, Tanım 1.1'e göre denklem (2.16)'da verilen Π_K^M Üreticinin kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini P_K^M 'de aldığını ispatlanabilir.

(2.15) denklemdeki q_K^R (2.16) numaralı denklemde yerine konursa (2.16a) elde edilir

$$\begin{aligned}\Pi_K^M &= \varphi_K^M \cdot \left(\frac{a \cdot \varphi_K^R - c^R - P_K^M}{2 \cdot B \cdot \varphi_K^R} \right) \cdot P_K^M + a \cdot \varphi_K^M \cdot (1 - \varphi_K^R) \cdot \left(\frac{a \cdot \varphi_K^R - c^R - P_K^M}{2 \cdot B \cdot \varphi_K^R} \right) \\ &\quad - B \cdot \varphi_K^M \cdot (1 - \varphi_K^R) \cdot \left(\frac{a \cdot \varphi_K^R - c^R - P_K^M}{2 \cdot B \cdot \varphi_K^R} \right) \cdot \left(\frac{a \cdot \varphi_K^R - c^R - P_K^M}{2 \cdot B \cdot \varphi_K^R} \right)\end{aligned}$$

$$-c^M \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) \cdot \left(\frac{a \cdot \dot{\varphi}_K^R - c^R - P_K^M}{2 \cdot B \cdot \dot{\varphi}_K^R}\right) - \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) \cdot \left(\frac{a \cdot \dot{\varphi}_K^R - c^R - P_K^M}{2 \cdot B \cdot \dot{\varphi}_K^R}\right) \cdot \dot{P}_K^S \quad (2.16a)$$

$$\frac{d\Pi_K^M(\dot{P}_K^M)}{d\dot{P}_K^M} = \left(\frac{\dot{\varphi}_K^R \cdot (\alpha_1 \cdot \dot{\varphi}_K^M \cdot (a \cdot \dot{\varphi}_K^R - P_K^M) + \dot{P}_K^S + c^M)}{2 \cdot B \cdot \alpha_1 \cdot \dot{\varphi}_K^{R^2}} \right) - \left(\frac{\alpha_1 \cdot (\dot{P}_K^M + c^R) \cdot \dot{\varphi}_K^M}{2 \cdot B \cdot \alpha_1 \cdot \dot{\varphi}_K^{R^2}} \right)$$

$$\frac{d\Pi_K^M(\dot{P}_K^M)}{d\dot{P}_K^M} = 0 \quad \text{ise}$$

(2.19) denklemdeki $\dot{P}_K^S$ (2.17) numaralı denklemde yerine konursa $\dot{P}_K^M$ elde edilir. $\square$

Aynı şekilde tedarikçinin fiyat, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\dot{R}_K^S = \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) \cdot \dot{q}_K^R \cdot \dot{P}_K^S + \left(\left(\dot{P}_K^M \cdot \dot{q}_K^R + \left(\left((a - B \cdot \dot{q}_K^R) \cdot \dot{q}_K^R \right) \cdot (1 - \dot{\varphi}_K^R) \right) \right) \cdot (1 - \dot{\varphi}_K^M) \right)$$

$$\dot{G}_K^S = \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2}\right) \cdot \dot{q}_K^R$$

$$\dot{\Pi}_K^S = \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) \cdot \dot{q}_K^R \cdot \dot{P}_K^S - \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2}\right) \cdot \dot{q}_K^R$$

$$+ \left(\left(\dot{P}_K^M \cdot \dot{q}_K^R + \left(\left((a - B \cdot \dot{q}_K^R) \cdot \dot{q}_K^R \right) \cdot (1 - \dot{\varphi}_K^R) \right) \right) \cdot (1 - \dot{\varphi}_K^M) \right) \quad (2.18)$$

Önerme 2.7.

Denklem (2.18)'de verilen $\dot{\Pi}_K^S$ tedarikçinin kar fonksiyonunun maksimum değerini $\dot{P}_K^S$ 'de almaktadır.

$$\begin{aligned}
& +2 \cdot \alpha_2 \cdot (\dot{\varphi}_K^M + 1) \cdot \left((\dot{\varphi}_K^M + B^2 - 1) \cdot \dot{\varphi}_K^R + (B-1) \cdot (B+1) \cdot \dot{\varphi}_K^M + 1 \right) \cdot c^M \\
& - 2 \cdot B^2 \cdot \dot{\varphi}_K^M \cdot (\dot{\varphi}_K^M + 1) \cdot (\dot{\varphi}_K^R + 1) \cdot c^S \\
& + a \cdot \alpha_1 \alpha_2 \cdot (\dot{\varphi}_K^M - 1) \cdot \dot{\varphi}_K^M \cdot \dot{\varphi}_K^{R^3} \\
& - a \cdot \alpha_1 \alpha_2 \cdot (\dot{\varphi}_K^M - 1) \cdot \dot{\varphi}_K^M \cdot (\dot{\varphi}_K^M + 2) \cdot \dot{\varphi}_K^{R^2} \\
& + \alpha_1 \alpha_2 \cdot \dot{\varphi}_K^M \cdot \left(2 \cdot (B^2 \cdot c^R \cdot \dot{\varphi}_K^{M^2} + c^R \cdot \dot{\varphi}_K^{M^2} - a \cdot B^2 \cdot \dot{\varphi}_K^{M^2} + B^2 \cdot c^R \cdot \dot{\varphi}_K^M - c^R) \right. \\
& \quad \left. - a \cdot ((2 \cdot B^2 + 1) \cdot \dot{\varphi}_K^M - 1) \right) \\
& + (2 \cdot (2 \cdot B^2 - 1) \cdot c^R - 4 \cdot a \cdot B^2 + a) \cdot \alpha_1 \alpha_2 \cdot \dot{\varphi}_K^{M^3} \\
& + (2 \cdot B^2 \cdot c^R - 2 \cdot a \cdot B^2 + a) \cdot \alpha_1 \alpha_2 \cdot \dot{\varphi}_K^{M^2} \\
& - 2 \cdot (B-1) \cdot (B+1) \cdot (c^R - a) \cdot \alpha_1 \alpha_2 \cdot \dot{\varphi}_K^M \\
P_K^S = & - \frac{\quad}{2 \cdot B^2 \cdot \alpha_2 \cdot (\dot{\varphi}_K^M + 1) \cdot (\dot{\varphi}_K^M \cdot (2 \cdot \dot{\varphi}_K^R + 1) + 1)} \tag{2.19}
\end{aligned}$$

İspat 2.7.

$$\frac{d\Pi_K^S(\dot{P}_K^S)}{d\dot{P}_K^{S^2}} = - \frac{2 \cdot \dot{\varphi}_K^M \cdot \dot{\varphi}_K^R + \dot{\varphi}_K^M + 1}{2 \cdot B \cdot \alpha_1^2 \cdot \dot{\varphi}_K^{M^2} \cdot (B+1)^2} < 0$$

Böylece, Tanım 1.1'e göre denklem (2.18)'de verilen Π_K^S Tedarikçinin kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini $\dot{P}_K^S$ 'de aldığını ispatlanabilir.

$$\begin{aligned}
\Pi_K^S = & \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot q_K^R \cdot \dot{P}_K^S + \dot{P}_K^M \cdot (1 - \dot{\varphi}_K^M) \cdot q_K^R + a \cdot (1 - \dot{\varphi}_K^R) \cdot (1 - \dot{\varphi}_K^M) \cdot q_K^R \\
& - B \cdot (1 - \dot{\varphi}_K^R) \cdot (1 - \dot{\varphi}_K^M) \cdot q_K^R \cdot q_K^R - \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot q_K^R \tag{2.18a}
\end{aligned}$$

(2.15a) denklemdeki q_K^R (2.18a) numaralı denklemde yerine konursa (2.20) elde edilir

$$\begin{aligned}
& 2 \cdot \dot{\varphi}_K^M \cdot (1 + \dot{\varphi}_K^R) \cdot \\
& \left(\begin{aligned} & -a \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot (1 - \dot{\varphi}_K^M) \cdot (1 - \dot{\varphi}_K^R) \cdot (c^M + \dot{P}_K^S + (c^R - a) \cdot \alpha_1 \cdot \dot{\varphi}_K^M) \\ & -\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot (1 - \dot{\varphi}_K^M) \cdot \dot{P}_K^S \cdot (c^M + \dot{P}_K^S + (c^R - a) \cdot \alpha_1 \cdot \dot{\varphi}_K^M) \\ & -\alpha_2 \cdot \dot{P}_K^S \cdot (c^M + \dot{P}_K^S + (c^R - a) \cdot \alpha_1 \cdot \dot{\varphi}_K^M) + c^M + \dot{P}_K^S + (c^R - a) \cdot \alpha_1 \cdot \dot{\varphi}_K^M \end{aligned} \right) \\
\Pi_K^S = & \frac{-\alpha_2 \cdot (1 - \dot{\varphi}_K^M) \cdot (1 - \dot{\varphi}_K^R) \cdot (c^M + \dot{P}_K^S + (c^R - a) \cdot \alpha_1 \cdot \dot{\varphi}_K^M)^2}{4 \cdot B \cdot \alpha_1^2 \cdot \alpha_2 \cdot \dot{\varphi}_K^{M^2} \cdot (\dot{\varphi}_K^R + 1)^2} \tag{2.20}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 2 \cdot \alpha_2 \cdot \dot{\varphi}_K^R \cdot (\dot{\varphi}_K^M \cdot (2 \cdot \dot{\varphi}_K^R + 1) + 1) \cdot \dot{P}_K^S \\
& + 2 \cdot \alpha_2 \cdot (\dot{\varphi}_K^R \cdot (\dot{\varphi}_K^M \cdot (\dot{\varphi}_K^M \cdot (\dot{\varphi}_K^R + 2) - 1) + 1) + \dot{\varphi}_K^{M^2}) \cdot c^M \\
& - 2 \cdot \dot{\varphi}_K^M \cdot \dot{\varphi}_K^R \cdot (\dot{\varphi}_K^R + 1) \cdot c^S + 4 \cdot a \cdot B \cdot \alpha_1 \alpha_2 \cdot (\dot{\varphi}_K^M - 1) \cdot \dot{\varphi}_K^M \cdot \dot{\varphi}_K^{R^4} \\
& - \alpha_1 \alpha_2 \cdot \dot{\varphi}_K^M \cdot ((2 \cdot a - 3) \cdot \varphi^K - 2 \cdot a + 1) \cdot \dot{\varphi}_K^{R^3} \\
& + \alpha_1 \alpha_2 \cdot \dot{\varphi}_K^M \cdot ((c^R - 4 \cdot a \cdot (B + 1) + 4) \cdot \dot{\varphi}_K^M - c^R + 2 \cdot a \cdot (2 \cdot B + 1)) \cdot \dot{\varphi}_K^{R^2} \\
& - \alpha_1 \alpha_2 \cdot \dot{\varphi}_K^M \cdot ((2 \cdot c^R - 1) \cdot \dot{\varphi}_K^M + 2 \cdot a - 1) \cdot \dot{\varphi}_K^R \\
& \frac{d\dot{\Pi}_K^S(\dot{P}_K^S)}{d\dot{P}_K^S} = - \frac{-c^R \cdot \alpha_1 \alpha_2 \cdot \dot{\varphi}_K^{M^2} - c^R \cdot \alpha_1 \alpha_2 \cdot \dot{\varphi}_K^M}{4 \cdot B \cdot \alpha_1^2 \cdot \alpha_2 \cdot \dot{\varphi}_K^{M^2} \cdot \dot{\varphi}_K^R \cdot (\dot{\varphi}_K^R + 1)^2}
\end{aligned}$$

$$\frac{d\dot{\Pi}_K^S(\dot{P}_K^S)}{d\dot{P}_K^S} = 0 \text{ ise}$$

$$\begin{aligned}
& + 2 \cdot \alpha_2 \cdot (\dot{\varphi}_K^M + 1) \cdot ((\dot{\varphi}_K^M + B^2 - 1) \cdot \dot{\varphi}_K^R + (B - 1) \cdot (B + 1) \cdot \dot{\varphi}_K^M + 1) \cdot c^M \\
& - 2 \cdot B^2 \cdot \dot{\varphi}_K^M \cdot (\dot{\varphi}_K^M + 1) \cdot (\dot{\varphi}_K^R + 1) \cdot c^S \\
& + a \cdot \alpha_1 \alpha_2 \cdot (\dot{\varphi}_K^M - 1) \cdot \dot{\varphi}_K^M \cdot \dot{\varphi}_K^{R^3} \\
& - a \cdot \alpha_1 \alpha_2 \cdot (\dot{\varphi}_K^M - 1) \cdot \dot{\varphi}_K^M \cdot (\dot{\varphi}_K^M + 2) \cdot \dot{\varphi}_K^{R^2} \\
& + \alpha_1 \alpha_2 \cdot \dot{\varphi}_K^M \cdot \left(2 \cdot (B^2 \cdot c^R \cdot \dot{\varphi}_K^{M^2} + c^R \cdot \dot{\varphi}_K^{M^2} - a \cdot B^2 \cdot \dot{\varphi}_K^{M^2} + B^2 \cdot c^R \cdot \dot{\varphi}_K^M - c^R) \right. \\
& \quad \left. - a \cdot ((2 \cdot B^2 + 1) \cdot \dot{\varphi}_K^M - 1) \right. \\
& \quad \left. + (2 \cdot (2 \cdot B^2 - 1) \cdot c^R - 4 \cdot a \cdot B^2 + a) \cdot \alpha_1 \alpha_2 \cdot \varphi^{M^3} \right. \\
& \quad \left. + (2 \cdot B^2 \cdot c^R - 2 \cdot a \cdot B^2 + a) \cdot \alpha_1 \alpha_2 \cdot \dot{\varphi}_K^{M^2} \right. \\
& \quad \left. - 2 \cdot (B - 1) \cdot (B + 1) \cdot (c^R - a) \cdot \alpha_1 \alpha_2 \cdot \dot{\varphi}_K^M \right) \\
& \dot{P}_K^S = - \frac{}{2 \cdot B^2 \cdot \alpha_2 \cdot (\dot{\varphi}_K^M + 1) \cdot (\dot{\varphi}_K^M \cdot (2 \cdot \dot{\varphi}_K^R + 1) + 1)} \quad (2.19)
\end{aligned}$$

□

TEDARİK ZİNCİRİ YAPISI 1-1-N REKABETSİZ MODEL

The diagram illustrates a supply chain network with three main components: a Supplier (Tedarikçi, c^S), a Manufacturer (Üretici, c^M), and multiple Retailers (Perakendeci, c^{R^i}).

- Supplier (Tedarikçi, c^S):**
 - Sends goods to the Manufacturer at price $\dot{P}_C^S$.
 - Receives information from the Manufacturer at α_2 .
- Manufacturer (Üretici, c^M):**
 - Sends goods to each Retailer i at price $\dot{P}_C^{M_i}$.
 - Receives information from each Retailer i at α_1 .
 - Sends information to the Supplier at $\dot{\varphi}_K^M$.
- Retailers (Perakendeci, c^{R^i}):**
 - Receives goods from the Manufacturer.
 - Sends information to the Manufacturer at $\dot{\varphi}_K^R$.
 - Sends goods to the end market at price $\ddot{q}_C^{R^i}$.
 - Receives information from the end market at $\ddot{P}_C^{R^i}$.

The end market demand is modeled as $\ddot{P}_C^{R^i} = a_i - B \cdot \ddot{q}_C^{R^i}$.

Şekil 5. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetsiz Model

3.1. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetsiz Model Merkezi Çözüm

Merkezi model tabanlı sistemlerde, katılımcılar tek bir birim olarak işlev görürler. Bu yapısal düzenleme, katılımcıların bireysel kazanımlarını en üst düzeye çıkarma amacından ziyade, sistemin toplam getirisinin maksimizasyonuna odaklanır. Bu bağlamda, oyun teorisi ve tedarik zinciri optimizasyonu perspektifinden incelendiğinde, merkezi modelin temel amacı, sistemin genelini göz önünde bulundurarak koordinasyon ve iş birliği aracılığıyla toplam verimliliği ve karlılığı en üst düzeye çıkarmaktır. Bu yaklaşım, katılımcıların karar alma süreçlerini, bireysel çıkarlarını aşarak, kolektif bir optimuma yönlendirir ve böylelikle tedarik zinciri boyunca sinerjik bir etkileşim ve entegrasyon sağlar.

Bu genişletilmiş modelde, merkezi koordinasyonun önemi daha da artar. N-adet perakendeci ile çalışmak, tedarik zinciri boyunca koordinasyon ve iş birliği gereksinimlerini artırır. Bu durum, tedarik zincirinin her aşamasında karar alma süreçlerinin daha da entegre edilmesini ve optimize edilmesini gerektirir. Merkezi bir yaklaşım, çeşitli perakendeciler arasındaki iş birliğini kolaylaştırarak, tedarik zinciri boyunca bilgi akışını ve malzeme hareketlerini daha verimli bir şekilde yönetebilir. Bu, tedarik zinciri boyunca sinerjik etkileşimlerin ve entegrasyonun derinleştirilmesini sağlar, böylece tedarik zincirinin toplam verimliliği ve karlılığı maksimize edilir.

Bu kapsamda i. perakendecinin fiyat, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$1 \leq i \leq n$$

$$\ddot{P}_C^{R^i} = a_i - B \cdot \ddot{q}_C^{R^i}$$

$$\ddot{R}_C^{R^i} = \ddot{P}_C^{R^i} \cdot \ddot{q}_C^{R^i} = (a_i - B \cdot \ddot{q}_C^{R^i}) \cdot \ddot{q}_C^{R^i}$$

$$\ddot{G}_C^{R^i} = c^{R^i} \cdot \ddot{q}_C^{R^i} + \ddot{P}_C^{M_i} \cdot \ddot{q}_C^{R^i}$$

$$\ddot{\Pi}_C^{R^i} = \ddot{R}_C^{R^i} - \ddot{G}_C^{R^i}$$

$$\ddot{\Pi}_C^{R^i} = (a_i - B \cdot \ddot{q}_C^{R^i}) \cdot \ddot{q}_C^{R^i} - c^{R^i} \cdot \ddot{q}_C^{R^i} - \ddot{P}_C^{M_i} \cdot \ddot{q}_C^{R^i}$$

Benzer şekilde üreticinin i. Perakendeciye bağlı fiyat $P_C^{\ddot{M}_l}$, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$R_C^{\ddot{M}_l} = (P_C^{\ddot{M}_l} \cdot q_C^{\ddot{R}^l})$$

$$G_C^{\ddot{M}_l} = c^M \cdot \left(\frac{q_C^{\ddot{R}^l}}{\alpha_1} \right) + \ddot{P}_C^S \cdot \left(\frac{q_C^{\ddot{R}^l}}{\alpha_1} \right)$$

$$\Pi_C^{\ddot{M}_l} = R_C^{\ddot{M}_l} - G_C^{\ddot{M}_l}$$

$$\Pi_C^{\ddot{M}_l} = P_C^{\ddot{M}_l} \cdot q_C^{\ddot{R}^l} - c^M \cdot \left(\frac{q_C^{\ddot{R}^l}}{\alpha_1} \right) - \ddot{P}_C^S \cdot \left(\frac{q_C^{\ddot{R}^l}}{\alpha_1} \right)$$

$$\Pi_C^{\ddot{M}} = \sum_{i=1}^n P_C^{\ddot{M}_l} \cdot q_C^{\ddot{R}^l} - c^M \cdot \left(\frac{q_C^{\ddot{R}^l}}{\alpha_1} \right) - \ddot{P}_C^S \cdot \left(\frac{q_C^{\ddot{R}^l}}{\alpha_1} \right)$$

Aynı şekilde tedarikçinin fiyat $\ddot{P}_C^S$, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\ddot{R}_C^S = \sum_{i=1}^n \ddot{P}_C^S \cdot \left(\frac{q_C^{\ddot{R}^l}}{\alpha_1} \right)$$

$$\ddot{G}_C^S = \sum_{i=1}^n c^S \cdot \left(\frac{q_C^{\ddot{R}^l}}{\alpha_1 \alpha_2} \right)$$

$$\Pi_C^{\ddot{S}} = \sum_{i=1}^n \ddot{P}_C^S \cdot \left(\frac{q_C^{\ddot{R}^l}}{\alpha_1} \right) - c^S \cdot \left(\frac{q_C^{\ddot{R}^l}}{\alpha_1 \alpha_2} \right)$$

Bu durumda tedarik zincirinin toplam karı tüm oyuncuların karlarının toplamı olup aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$\Pi_C^{\ddot{S}C} = \Pi_C^{\ddot{R}} + \Pi_C^{\ddot{M}} + \Pi_C^{\ddot{S}}$$

$$\Pi_C^{\ddot{S}C} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot q_C^{\ddot{R}^i} - \left(c^{R^i} + \frac{c^M}{\alpha_1} + \frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot q_C^{\ddot{R}^i} - B \cdot q_C^{\ddot{R}^i} \cdot q_C^{\ddot{R}^i} \quad (3.1)$$

Önerme 3.1.

Denklem 3.1’de verilen $\Pi_C^{\ddot{S}C}$ Tedarik zincirinin toplam kar fonksiyonunun maksimum değerini $q_C^{\ddot{R}^i}$,’de almaktadır.

$$q_C^{\ddot{R}^i} = \left(\frac{a_i - \left(c^{R^i} + \frac{c^M}{\alpha_1} + \frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right)}{2 \cdot B} \right) \quad (3.2)$$

İspat 3.1.

$$\frac{d\Pi_C^{\ddot{S}C}(q_C^{\ddot{R}^i})}{dq_C^{\ddot{R}^i}} = -2 \cdot B < 0$$

Böylece, Tanım 1.1’e göre denklem (3.1)’de verilen $\Pi_C^{\ddot{S}C}$ Tedarik zincirinin toplam kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini $q_C^{\ddot{R}^i}$ ’de aldığını ispatlanabilir.

$$\frac{d\Pi_C^{\ddot{S}C}(q_C^{\ddot{R}^i})}{dq_C^{\ddot{R}^i}} = a_i - \left(c^{R^i} + \frac{c^M}{\alpha_1} + \frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) - 2 \cdot B \cdot q_C^{\ddot{R}^i}$$

$$\frac{d\Pi_C^{\ddot{S}C}(q_C^{\ddot{R}^i})}{dq_C^{\ddot{R}^i}} = 0 \text{ ise}$$

İse denklem (3.2) bulunabilir. $\square$

3.2. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetsiz Model Merkez Kaç Çözüm

Merkezkaç model tabanlı sistemlerde, katılımcılar bağımsız birimler olarak işlev görürler. Bu yapısal düzenleme, her bir katılımcının kendi bireysel kazanımlarını en üst düzeye çıkarmaya odaklanmasını teşvik eder. Oyun teorisi ve tedarik zinciri optimizasyonu perspektifinden incelendiğinde, merkezkaç modelin temel amacı, her bir oyuncunun kendi çıkarlarını gözeterek karar alma süreçlerini yönlendirmesidir. Bu yaklaşım, tedarik zinciri boyunca bireysel verimliliği ve karlılığı en üst düzeye çıkarmayı hedefler, ancak bu, her oyuncunun kendi maksimum faydasını arayışı içinde olmasından kaynaklanır. Bu modelde, oyuncular arası koordinasyon ve iş birliği organik olarak gelişir ve çoğunlukla piyasa mekanizmaları ve rekabetçi dinamikler aracılığıyla yönlendirilir.

Bu genişletilmiş modelde, bağımsız oyuncuların varlığı, N-adet perakendeciyle çalışmanın getirdiği koordinasyon ve iş birliği zorluklarını daha da artırır. Bağımsız karar alma süreçleri, tedarik zinciri boyunca her aşamada entegrasyon ve optimizasyon çabalarını karmaşıktırabilir. Ancak, rekabet ve piyasa dinamikleri, perakendeciler arasındaki etkileşimleri ve iş birliğini doğal bir şekilde teşvik ederek, bilgi akışını ve malzeme hareketlerini daha etkin yönetmeyi sağlayabilir. Bu durum, tedarik zincirinin farklı aşamaları arasında dinamik bir etkileşim ve uyumun gelişimine olanak tanır, böylece bireysel katılımcıların verimliliği ve karlılığı üzerinde olumlu bir etki yaratır. Bu modelde, merkezi koordinasyonun eksikliği, oyuncuların kendi stratejilerini ve iş birliği fırsatlarını bağımsız olarak değerlendirip uygulamasını gerektirir, bu da tedarik zinciri boyunca bireysel başarıya ve yenilikçiliğe odaklanmış bir ortam yaratır.

Bu kapsamda i perakendecinin fiyat, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$1 \leq i \leq n$$

$$P_D^{R^i} = a_i - B \cdot q_D^{R^i}$$

$$R_D^{R^i} = P_D^{R^i} \cdot q_D^{R^i} = (a_i - B \cdot q_D^{R^i}) \cdot q_D^{R^i}$$

$$\begin{aligned}
\ddot{G}_D^{R^i} &= c^{R^i} \cdot \ddot{q}_D^{R^i} + P_D^{\ddot{M}_i} \cdot \ddot{q}_D^{R^i} \\
\ddot{\Pi}_D^{R^i} &= \ddot{R}_D^{R^i} - \ddot{G}_D^{R^i} \\
\ddot{\Pi}_D^{R^i} &= \left(a_i - B \cdot \ddot{q}_D^{R^i} \right) \cdot \ddot{q}_D^{R^i} - c^{R^i} \cdot \ddot{q}_D^{R^i} - P_D^{\ddot{M}_i} \cdot \ddot{q}_D^{R^i}
\end{aligned} \tag{3.3}$$

Önerme 3.2.

Denklem 3.3’de verilen $\ddot{\Pi}_D^{R^i}$ i. Perakendecinin kar fonksiyonunun maksimum değerini $\ddot{q}_D^{R^i}$ ’de almaktadır.

$$\ddot{q}_D^{R^i} = \left(\frac{a_i - c^{R^i}}{4 \cdot B} \right) - \left(\frac{c^M}{4 \cdot B \cdot \alpha_1} \right) - \left(\frac{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{a_i - c^{R^i}}{2} \right) \cdot \alpha_1 - \left(\frac{c^M}{2} \right) + \left(\frac{c^s}{2 \cdot \alpha_2} \right)}{4 \cdot B \cdot \alpha_1} \right) \tag{3.4}$$

İspat 3.2.

$$\frac{d\ddot{\Pi}_D^{R^i}(\ddot{q}_D^{R^i})}{d\ddot{q}_D^{R^i}} = -2 \cdot B < 0$$

Böylece, Tanım 1.1’e göre denklem (3.3)’de verilen $\ddot{\Pi}_D^{R^i}$ i. Perakendecinin kar fonksiyonun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini $\ddot{q}_D^{R^i}$ ’de aldığını ispatlanabilir.

$$\begin{aligned}
\frac{d\ddot{\Pi}_D^{R^i}(\ddot{q}_D^{R^i})}{d\ddot{q}_D^{R^i}} &= \left(a_i - 2 \cdot B \cdot \ddot{q}_D^{R^i} \right) - c^{R^i} - P_D^{\ddot{M}_i} \\
\frac{d\ddot{\Pi}_D^{R^i}(\ddot{q}_D^{R^i})}{d\ddot{q}_D^{R^i}} &= 0 \text{ ise} \\
\ddot{q}_D^{R^i} &= \frac{a_i - c^{R^i} - P_D^{\ddot{M}_i}}{2 \cdot B}
\end{aligned} \tag{3.5}$$

(3.8) denklemdeki $P_D^{\ddot{M}_l}$ (3.5) numaralı denklemde yerine konursa denklem (3.5a) elde edilir.

$$q_D^{\ddot{R}^l} = \left(\frac{a_i - c^{R^i}}{2 \cdot 2 \cdot B} \right) - \left(\frac{c^M}{2 \cdot 2 \cdot B \cdot \alpha_1} \right) - \left(\frac{\ddot{P}_D^S}{2 \cdot 2 \cdot B \cdot \alpha_1} \right) \quad (3.5a)$$

(3.10) denklemdeki $\ddot{P}_D^S$ (3.5a) numaralı denklemde yerine konursa denklem (3.4) elde edilir. $\square$

Benzer şekilde üreticinin i. perakendeciye bağlı fiyat $P_D^{\ddot{M}_l}$, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$R_D^{\ddot{M}_l} = (P_D^{\ddot{M}_l} \cdot q_D^{\ddot{R}^l})$$

$$G_D^{\ddot{M}_l} = c^M \cdot \left(\frac{q_D^{\ddot{R}^l}}{\alpha_1} \right) + \ddot{P}_D^S \cdot \left(\frac{q_D^{\ddot{R}^l}}{\alpha_1} \right)$$

$$\Pi_D^{\ddot{M}_l} = R_D^{\ddot{M}_l} - G_D^{\ddot{M}_l}$$

Üreticinin toplam kar fonksiyonu,

$$\Pi_D^{\ddot{M}} = \sum_{i=1}^n P_D^{\ddot{M}_l} \cdot q_D^{\ddot{R}^l} - c^M \cdot \left(\frac{q_D^{\ddot{R}^l}}{\alpha_1} \right) - \ddot{P}_D^S \cdot \left(\frac{q_D^{\ddot{R}^l}}{\alpha_1} \right) \quad (3.6)$$

Önerme 3.3.

Denklem 3.6'da verilen $\Pi_D^{\ddot{M}}$ Üreticinin toplam kar fonksiyonunun maksimum değerini $P_D^{\ddot{M}_l}$, de almaktadır.

$$P_D^{\ddot{M}_l} = \left(\frac{a_i - c^{R^i}}{2} \right) + \left(\frac{c^M}{2 \cdot \alpha_1} \right) + \left(\frac{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{a_i - c^{R^i}}{2} \right) \cdot \alpha_1 - \left(\frac{c^M}{2} \right) + \left(\frac{c^S}{2 \cdot \alpha_2} \right)}{2 \cdot \alpha_1} \right) \quad (3.7)$$

İspat 3.3.

$$\frac{d\ddot{\Pi}_D^M(P_D^{\ddot{M}_l})}{dP_D^{\ddot{M}_l}{}^2} = -\frac{1}{B} < 0$$

Böylece, Tanım 1.1'e göre denklem (3.6)'da verilen $\ddot{\Pi}_D^M$ Üreticinin toplam kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini $P_D^{\ddot{M}_l}$ 'de aldığını ispatlanabilir.

(3.5) denklemdeki $q_D^{\ddot{R}^l}$ (3.6) numaralı denklemde yerine konursa (3.6a) elde edilir

$$\ddot{\Pi}_D^M = \sum_{i=1}^n \left(\frac{a_i - c^{R^i} - P_D^{\ddot{M}_l}}{2 \cdot B} \right) \cdot P_D^{\ddot{M}_l} - \left(\frac{a_i - c^{R^i} - P_D^{\ddot{M}_l}}{2 \cdot B \cdot \alpha_1} \right) \cdot c^M - \left(\frac{a_i - c^{R^i} - P_D^{\ddot{M}_l}}{2 \cdot B \cdot \alpha_1} \right) \cdot \ddot{P}_D^S \quad (3.6a)$$

$$\frac{d\ddot{\Pi}_D^M(P_D^{\ddot{M}_l})}{dP_D^{\ddot{M}_l}} = \left(\frac{a_i - c^{R^i} - 2 \cdot P_D^{\ddot{M}_l}}{2 \cdot B} \right) + \left(\frac{c^M}{2 \cdot B \cdot \alpha_1} \right) + \left(\frac{\ddot{P}_D^S}{2 \cdot B \cdot \alpha_1} \right)$$

$$\frac{d\ddot{\Pi}_D^M(P_D^{\ddot{M}_l})}{dP_D^{\ddot{M}_l}} = 0 \text{ ise}$$

$$P_D^{\ddot{M}_l} = \left(\frac{a_i - c^{R^i}}{2} \right) + \left(\frac{c^M}{2 \cdot \alpha_1} \right) + \left(\frac{\ddot{P}_D^S}{2 \cdot \alpha_1} \right) \quad (3.8)$$

(3.10) denklemdeki $\ddot{P}_D^S$ (3.8) numaralı denklemde yerine konursa (3.7) elde edilir

$$P_D^{\ddot{M}_l} = \left(\frac{a_i - c^{R^i}}{2} \right) + \left(\frac{c^M}{2 \cdot \alpha_1} \right) + \left(\frac{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{a_i - c^{R^i}}{2} \right) \cdot \alpha_1 - \left(\frac{c^M}{2} \right) + \left(\frac{c^S}{2 \cdot \alpha_2} \right)}{2 \cdot \alpha_1} \right) \quad (3.7)$$

□

Aynı şekilde tedarikçinin fiyat $\ddot{P}_D^S$, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\begin{aligned}\ddot{R}_D^S &= \sum_{i=1}^n \ddot{P}_D^S \cdot \left(\frac{\ddot{q}_D^{R^i}}{\alpha_1} \right) \\ \ddot{G}_D^S &= \sum_{i=1}^n c^S \cdot \left(\frac{\ddot{q}_D^{R^i}}{\alpha_1 \cdot \alpha_2} \right) \\ \ddot{\Pi}_D^S &= \sum_{i=1}^n \ddot{P}_D^S \cdot \left(\frac{\ddot{q}_D^{R^i}}{\alpha_1} \right) - c^S \cdot \left(\frac{\ddot{q}_D^{R^i}}{\alpha_1 \cdot \alpha_2} \right)\end{aligned}\tag{3.9}$$

Önerme 3.4.

Denklem 3.9’da verilen $\ddot{\Pi}_D^S$ Tedarikçinin kar fonksiyonunun maksimum değerini $\ddot{P}_D^S$ ’de almaktadır.

$$\ddot{P}_D^S = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{a_i - c^{R^i}}{2} \right) \cdot \alpha_1 - \left(\frac{c^M}{2} \right) + \left(\frac{c^S}{2 \cdot \alpha_2} \right)\tag{3.10}$$

İspat 3.4.

$$\frac{d\ddot{\Pi}_D^S(\ddot{P}_D^S)}{d\ddot{P}_D^{S^2}} = -\frac{n}{2 \cdot B \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_1} < 0$$

Böylece, Tanım 1.1’e göre denklem (3.9)’da verilen $\ddot{\Pi}_D^S$ Tedarikçinin kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini $\ddot{P}_D^S$ ’de aldığını ispatlanabilir.

(3.5a) denklemdeki q_i^R (3.9) numaralı denklemde yerine konursa denklem (3.9a) elde edilir

$$\ddot{\Pi}_D^S = \sum_{i=1}^n \left(\frac{(\ddot{P}_D^S + c^M + (c^{R^i} - a_i) \cdot \alpha_1) \cdot (c^S - \alpha_2 \cdot \ddot{P}_D^S)}{4 \cdot B \cdot \alpha_1^2 \cdot \alpha_2} \right) \quad (3.9a)$$

$$\begin{aligned} \frac{d\ddot{\Pi}_D^S(\ddot{P}_D^S)}{d\ddot{P}_D^S} &= \sum_{i=1}^n \left(\frac{a_i - c^{R^i}}{2 \cdot 2 \cdot B} \right) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) - \left(\frac{c^M}{2 \cdot 2 \cdot B \cdot \alpha_1} \right) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \\ &+ \sum_{i=1}^n - \left(\frac{2 \cdot \ddot{P}_D^S}{2 \cdot 2 \cdot B \cdot \alpha_1} \right) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) + \left(\frac{c^S}{2 \cdot 2 \cdot B \cdot \alpha_1} \right) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \end{aligned}$$

$$\frac{d\ddot{\Pi}_D^S(\ddot{P}_D^S)}{d\ddot{P}_D^S} = 0 \quad ise$$

$$\ddot{P}_D^S = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{a_i - c^{R^i}}{2} \right) \cdot \alpha_1 - \left(\frac{c^M}{2} \right) + \left(\frac{c^S}{2 \cdot \alpha_2} \right) \quad (3.10)$$

Elde edilir. $\square$

3.3. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetsiz Model Merkez Kaç Kontratlı Çözüm

Merkezkaç model tabanlı sistemlerde, her bir oyuncunun bağımsız birim olarak hareket etmesi ve kendi bireysel kazançlarını maksimize etmeye çalışması esas alınmaktadır. Ancak, stratejik kontratlar aracılığıyla bu oyuncuları bir araya getirerek, merkezi bir çözüme yaklaştıran bir modele doğru yeniden yönlendirme mümkündür. Bu yaklaşım, oyun teorisi ve tedarik zinciri optimizasyonu çerçevesinde, bireysel eylemlerin koordinasyonunu ve tedarik zinciri boyunca iş birliğini teşvik ederek, sistemin genel verimliliğini ve karlılığını artırmayı hedefler. Kontratlar, oyuncuların karar alma süreçlerini, sadece kendi bireysel çıkarlarını değil, aynı zamanda sistemin toplam getirisini göz önünde bulunduracak şekilde yönlendirir.

Bu genişletilmiş modelde, N-adet perakendeciyle çalışmanın getirdiği koordinasyon ve iş birliği zorlukları, kontrat mekanizmaları aracılığıyla ele alınır. Kontratlar, perakendeciler arası ve tedarik zinciri boyunca diğer oyuncular arası etkileşimleri düzenleyerek, her bir katılımcının eylemlerinin toplam sistem üzerindeki etkilerini dikkate almasını sağlar. Bu, tedarik zinciri boyunca bilgi akışının ve malzeme hareketlerinin optimize edilmesine, ayrıca sinerjik etkileşimlerin ve entegrasyonun derinleştirilmesine yardımcı olur. Merkezi bir çözüme doğru bu yeniden modelleme, tedarik zincirinin toplam verimliliği ve karlılığını maksimize ederken, aynı zamanda oyuncuların bağımsızlık ve esnekliğini koruyarak, rekabet avantajı ve yenilikçilik potansiyelini de destekler.

Bu kapsamda i perakendecinin fiyat, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$P_K^{R^i} = a_i - B \cdot q_K^{R^i}$$

$$R_K^{R^i} = P_K^{R^i} \cdot q_K^{R^i} = \left((a_i - B \cdot q_K^{R^i}) \cdot q_K^{R^i} \right) \cdot (\varphi_K^R)$$

$$G_K^{R^i} = c^{R^i} \cdot q_K^{R^i} + P_K^{M_i} \cdot q_K^{R^i}$$

$$\Pi_K^{R^i} = R_K^{R^i} - G_K^{R^i}$$

$$\ddot{\Pi}_K^{R^i} = \left((a_i - B \cdot \ddot{q}_K^{R^i}) \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \right) \cdot (\ddot{\varphi}_K^R) - c^{R^i} \cdot \ddot{q}_K^{R^i} - P_K^{\ddot{M}_l} \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \quad (3.11)$$

Önerme 3.5.

Denklem 3.11’de verilen $\ddot{\Pi}_K^{R^i}$ i. Perakendecinin kar fonksiyonunun maksimum değerini $\ddot{q}_K^{R^i}$ ’de almaktadır.

$$\ddot{q}_K^{R^i} = \left(\varsigma_1 \cdot a_i - \varsigma_2 \cdot c^{R^i} - \varsigma_3 \cdot \varsigma_2 - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot c^M - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot \ddot{P}_K^S \right) \quad (3.12)$$

İspat 3.5.

$$\frac{d\ddot{\Pi}_K^{R^i}(\ddot{q}_K^{R^i})}{d\ddot{q}_K^{R^i}} = -2 \cdot B \cdot (\ddot{\varphi}_K^R) < 0$$

Böylece, Tanım 1.1’e göre denklem (3.11)’de verilen $\ddot{\Pi}_K^{R^i}$ i. Perakendecinin kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini $\ddot{q}_K^{R^i}$ ’de aldığını ispatlanabilir.

$$\frac{d\ddot{\Pi}_K^{R^i}(\ddot{q}_K^{R^i})}{d\ddot{q}_K^{R^i}} = (a_i - 2 \cdot B \cdot \ddot{q}_K^{R^i}) \cdot (\ddot{\varphi}_K^R) - c^{R^i} - P_K^{\ddot{M}_l}$$

$$\frac{d\ddot{\Pi}_K^{R^i}(\ddot{q}_K^{R^i})}{d\ddot{q}_K^{R^i}} = 0 \text{ ise}$$

$$\ddot{q}_K^{R^i} = \frac{a_i \cdot (\varphi^R) - c^{R^i} - P_K^{\ddot{M}_l}}{2 \cdot B \cdot (\ddot{\varphi}_K^R)} \quad (3.13)$$

(3.15) denklemdeki $P_K^{\ddot{M}_l}$ (3.13) numaralı denklemde yerine konursa denklem (3.12) elde edilir.

$$\begin{aligned} \ddot{q}_K^{R^i} = & \frac{a_i}{2 \cdot B} - \frac{c^{R^i}}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} - \frac{a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \ddot{\varphi}_K^M - c^{R^i} \cdot \ddot{\varphi}_K^M}{2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \ddot{\varphi}_K^M + \ddot{\varphi}_K^M - \ddot{\varphi}_K^M \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \cdot \frac{1}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \\ & - \frac{1}{2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \ddot{\varphi}_K^M + \ddot{\varphi}_K^M - \ddot{\varphi}_K^M \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \cdot \frac{1}{2 \cdot B} \cdot \left(\frac{c^M + \ddot{P}_K^S}{\alpha_1} \right) \end{aligned}$$

$$\varsigma_1 = \frac{1}{2 \cdot B}$$

$$\varsigma_2 = \frac{1}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R}$$

$$\varsigma_3 = \frac{a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \ddot{\varphi}_K^M - c^{R^i} \cdot \ddot{\varphi}_K^M}{2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \ddot{\varphi}_K^M + \ddot{\varphi}_K^M - \ddot{\varphi}_K^M \cdot \ddot{\varphi}_K^R}$$

$$\varsigma_4 = \frac{1}{2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \ddot{\varphi}_K^M + \ddot{\varphi}_K^M - \ddot{\varphi}_K^M \cdot \ddot{\varphi}_K^R}$$

$$\varsigma_5 = \frac{1}{2 \cdot B \cdot \alpha_1}$$

Dersek

$$\ddot{q}_K^{R^i} = \left(\varsigma_1 \cdot a_i - \varsigma_2 \cdot c^{R^i} - \varsigma_3 \cdot \varsigma_2 - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot c^M - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot \ddot{P}_K^S \right) \quad (3.12)$$

(3.18) denklemdeki $\ddot{P}_K^S$ (3.12) numaralı denklemde yerine konursa $\ddot{q}_K^{R^i}$ bulunabilir. $\square$

Benzer şekilde üreticinin i. perakendeciye bağlı fiyat $\ddot{P}_K^{M_i}$, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\ddot{R}_K^{M_i} = \left(\left(\ddot{P}_K^{M_i} \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \right) + \left(\left(a_i - B \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \right) \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \right) \cdot \left(1 - \ddot{\varphi}_K^R \right) \right) \cdot \left(\ddot{\varphi}_K^M \right)$$

$$\ddot{G}_K^{M_i} = c^M \cdot \left(\frac{\ddot{q}_K^{R^i}}{\alpha_1} \right) + \ddot{P}_K^S \cdot \left(\frac{\ddot{q}_K^{R^i}}{\alpha_1} \right)$$

$$\ddot{\Pi}_K^{M_i} = \ddot{R}_K^{M_i} - \ddot{G}_K^{M_i}$$

$$\begin{aligned} \ddot{\Pi}_K^{M_i} = & \left(\left(\ddot{P}_K^{M_i} \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \right) + \left(\left(a_i - B \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \right) \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \right) \cdot \left(1 - \ddot{\varphi}_K^R \right) \right) \cdot \left(\ddot{\varphi}_K^M \right) \\ & - c^M \cdot \left(\frac{\ddot{q}_K^{R^i}}{\alpha_1} \right) - \ddot{P}_K^S \cdot \left(\frac{\ddot{q}_K^{R^i}}{\alpha_1} \right) \end{aligned} \quad (3.14)$$

Önerme 3.6.

Denklem (3.14)'de verilen $\Pi_K^{\dot{M}_l}$ Üreticinin i. perakendeciye bağlı kar fonksiyonunun maksimum değerini $P_K^{\dot{M}_l}$ 'de almaktadır.

$$P_K^{\dot{M}_l} = \left(\varsigma_3 + \varsigma_4 \cdot \frac{\ddot{\varphi}_K^R}{\alpha_1} \cdot c^M + \varsigma_4 \cdot \frac{\ddot{\varphi}_K^R}{\alpha_1} \cdot \dot{P}_K^S \right) \quad (3.15)$$

(3.18) denklemdeki $\dot{P}_K^S$ (3.15) numaralı denklemde yerine konularak $P_K^{\dot{M}_l}$ bulunabilir.

İspat 3.6.

$$\frac{d\Pi_K^{\dot{M}}(P_K^{\dot{M}_l})}{dP_K^{\dot{M}_l}} = \frac{\ddot{\varphi}_K^M}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} - \frac{\ddot{\varphi}_K^M}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \cdot \frac{1}{\ddot{\varphi}_K^R} - \frac{\ddot{\varphi}_K^M}{B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} < 0$$

Böylece, tanım 1.1'ye göre denklem (3.16)'da verilen $\Pi_K^{\dot{M}}$ Üreticinin toplam kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini $P_K^{\dot{M}_l}$ 'de aldığını ispatlanabilir.

(3.13) denklemdeki $q_K^{\dot{R}^i}$ (3.14) numaralı denklemde yerine konursa (3.14a) elde edilir

$$\begin{aligned} \Pi_K^{\dot{M}_l} &= \left(\frac{a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c^{R^i} - P_K^{\dot{M}_l}}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \right) \cdot \ddot{\varphi}_K^M \cdot P_K^{\dot{M}_l} + a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^M \cdot \left(\frac{a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c^{R^i} - P_K^{\dot{M}_l}}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \right) \\ &- B \cdot \ddot{\varphi}_K^M \cdot \left(\frac{a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c^{R^i} - P_K^{\dot{M}_l}}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \right)^2 - a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \ddot{\varphi}_K^M \cdot \left(\frac{a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c^{R^i} - P_K^{\dot{M}_l}}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \right) \\ &+ B \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \ddot{\varphi}_K^M \cdot \left(\frac{a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c^{R^i} - P_K^{\dot{M}_l}}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \right)^2 - \left(\frac{c^M + \dot{P}_K^S}{\alpha_1} \right) \cdot \left(\frac{a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c^{R^i} - P_K^{\dot{M}_l}}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \right) \quad (3.14a) \end{aligned}$$

Üreticinin toplam kar fonksiyonu,

$$\Pi_K^{\dot{M}} = \sum_{i=1}^n \Pi_K^{\dot{M}_l} \quad (3.16)$$

$$\begin{aligned}
\frac{d\ddot{\Pi}_K^M(P_K^{\ddot{M}_l})}{dP_K^{\ddot{M}_l}} &= \left(\frac{a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c^{R^i} - 2 \cdot P_K^{\ddot{M}_l}}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \right) \cdot \ddot{\varphi}_K^M - \left(\frac{a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^M}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \right) \\
&+ B \cdot \ddot{\varphi}_K^M \cdot \left(\frac{2 \cdot a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \cdot \frac{1}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} - \frac{2 \cdot c^{R^i}}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \cdot \frac{1}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} - \frac{2}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \cdot \frac{P_K^{\ddot{M}_l}}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \right) \\
&- B \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \ddot{\varphi}_K^M \cdot \left(\frac{2 \cdot a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \cdot \frac{1}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} - \frac{2 \cdot c^{R^i}}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \cdot \frac{1}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} - \frac{2}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \cdot \frac{P_K^{\ddot{M}_l}}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \right) \\
&+ \left(\frac{a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \ddot{\varphi}_K^M}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \right) + \left(\frac{c^M + \ddot{P}_K^S}{\alpha_1} \right) \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \right)
\end{aligned}$$

$$\frac{d\ddot{\Pi}_K^M(P_K^{\ddot{M}_l})}{dP_K^{\ddot{M}_l}} = 0$$

ise

$$P_K^{\ddot{M}_l} = \frac{a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \ddot{\varphi}_K^M - c^{R^i} \cdot \ddot{\varphi}_K^M}{2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \ddot{\varphi}_K^M + \ddot{\varphi}_K^M - \ddot{\varphi}_K^M \cdot \ddot{\varphi}_K^R} + \frac{\ddot{\varphi}_K^R}{2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \ddot{\varphi}_K^M + \ddot{\varphi}_K^M - \ddot{\varphi}_K^M \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \left(\frac{c^M + \ddot{P}_K^S}{\alpha_1} \right) \quad (3.15)$$

$$P_K^{\ddot{M}_l} = \left(\varsigma_3 + \varsigma_4 \cdot \frac{\ddot{\varphi}_K^R}{\alpha_1} \cdot c^M + \varsigma_4 \cdot \frac{\ddot{\varphi}_K^R}{\alpha_1} \cdot \ddot{P}_K^S \right) \quad (3.15a)$$

(3.18) denklemdeki $\ddot{P}_K^S$ (3.15) numaralı denklemde yerine konularak $P_K^{\ddot{M}_l}$ bulunabilir.

Aynı şekilde tedarikçinin fiyat $\ddot{P}_K^S$, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\begin{aligned}
\ddot{R}_K^S &= \sum_{i=1}^n \left(\left(\left(P_K^{\ddot{M}_l} \cdot q_K^{\ddot{R}^i} \right) + \left((a_i - B \cdot q_K^{\ddot{R}^i}) \cdot q_K^{\ddot{R}^i} \right) \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^R) \right) \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^M) \right) \\
&+ \sum_{i=1}^n \ddot{P}_K^S \cdot \left(\frac{q_K^{\ddot{R}^i}}{\alpha_1} \right)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\ddot{G}_K^S &= \sum_{i=1}^n c^S \cdot \left(\frac{\ddot{q}_K^{R^i}}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \\
\ddot{\Pi}_K^S &= \sum_{i=1}^n \left(\left(\left(\dot{P}_K^{M_i} \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \right) + \left((a_i - B \cdot \ddot{q}_K^{R^i}) \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \right) \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^R) \right) \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^M) \right) \\
&+ \sum_{i=1}^n \ddot{P}_K^S \cdot \left(\frac{\ddot{q}_K^{R^i}}{\alpha_1} \right) - c^S \cdot \left(\frac{\ddot{q}_K^{R^i}}{\alpha_1 \alpha_2} \right)
\end{aligned} \tag{3.17}$$

Önerme 3.7.

Denklem (3.17)'de verilen $\ddot{\Pi}_K^S$ Tedarikçinin kar fonksiyonunun maksimum değerini $\ddot{P}_K^S$ 'de almaktadır.

$$\begin{aligned}
\ddot{P}_K^S &= \left(\frac{1}{n} \right) \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{(\varsigma_1 \cdot a_i - \varsigma_2 \cdot c^{R^i} - \varsigma_3 \cdot \varsigma_2 - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot c^M)}{(2 \cdot \varsigma_4 \cdot \varsigma_5) \cdot (\varsigma_4 \cdot (B \cdot \alpha_1 \cdot \varsigma_5 \cdot \vartheta_1 + \ddot{\varphi}_K^R) \cdot \vartheta_2 + 1)} \right) \\
&\cdot \left(1 + (\vartheta_2 \cdot \varsigma_4 \cdot \ddot{\varphi}_K^R) + (\alpha_1 \cdot 2 \cdot \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot \vartheta_1 \cdot \vartheta_2 \cdot B) \right) \\
&+ \left(\frac{1}{n} \right) \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{(2 \cdot \varsigma_4 \cdot \varsigma_5) \cdot (\varsigma_4 \cdot (B \cdot \alpha_1 \cdot \varsigma_5 \cdot \vartheta_1 + \ddot{\varphi}_K^R) \cdot \vartheta_2 + 1)} \right) \\
&\cdot \left(\left(\varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot \frac{c^S}{\alpha_2} \right) - (\alpha_1 \cdot \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot \vartheta_2 \cdot \varsigma_3) - (\varsigma_4^2 \cdot \varsigma_5 \cdot \vartheta_2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot c^M) \right. \\
&\left. - (a_i \cdot \alpha_1 \cdot \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot \vartheta_1 \cdot \vartheta_2) \right)
\end{aligned} \tag{3.18}$$

İspat 3.7

$$\begin{aligned} \frac{d\ddot{\Pi}_K^S(\ddot{P}_K^S)}{d\ddot{P}_K^{S^2}} = & - \sum_{i=1}^n (2 \cdot \varsigma_4 \cdot \varsigma_5) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) - \sum_{i=1}^n (2 \cdot \varsigma_4 \cdot \varsigma_5) \cdot \left(\vartheta_2 \cdot \varsigma_4 \cdot \frac{\ddot{\varphi}_K^R}{\alpha_1}\right) \\ & - \sum_{i=1}^n (2 \cdot \varsigma_4 \cdot \varsigma_5) \cdot (\varsigma_4 \cdot \varsigma_5) \cdot (\vartheta_1 \cdot \vartheta_2 \cdot B) < 0 \end{aligned}$$

Böylece, tanım 1.1'ye göre denklem (3.17)'de verilen $\ddot{\Pi}_K^S$ Üreticinin toplam kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini $\ddot{P}_K^S$ 'de aldığını ispatlanabilir.

$$\vartheta_1 = (1 - \ddot{\varphi}_K^R)$$

$$\vartheta_2 = (1 - \ddot{\varphi}_K^M)$$

dersek

$$\begin{aligned} \ddot{\Pi}_K^S = & \sum_{i=1}^n \frac{1}{\alpha_1} \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \cdot \ddot{P}_K^S + \vartheta_2 \cdot \ddot{P}_K^{M_i} \cdot \ddot{q}_K^{R^i} + \vartheta_1 \cdot \vartheta_2 \cdot a_i \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \\ & - \sum_{i=1}^n \vartheta_1 \cdot \vartheta_2 \cdot B \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \cdot \frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \end{aligned} \quad (3.17a)$$

Olarak ifade edilebilir.

(2.35a) denklemdeki $\ddot{q}_K^{R^i}$ ve (2.40a) denklemdeki $\ddot{P}_K^{M_i}$ (2.43a) numaralı denklemde yerine konursa (2.44) elde edilir

$$\begin{aligned} \ddot{\Pi}_K^S = & + \sum_{i=1}^n \frac{1}{\alpha_1} \cdot \left(\varsigma_1 \cdot a_i - \varsigma_2 \cdot c^{R^i} - \varsigma_3 \cdot \varsigma_2 - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot c^M - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot \ddot{P}_K^S \right) \cdot \ddot{P}_K^S \\ & + \sum_{i=1}^n \vartheta_2 \cdot \left(\varsigma_3 + \varsigma_4 \cdot \frac{\ddot{\varphi}_K^R}{\alpha_1} \cdot c^M + \varsigma_4 \cdot \frac{\ddot{\varphi}_K^R}{\alpha_1} \cdot \ddot{P}_K^S \right) \\ & \cdot \left(\varsigma_1 \cdot a_i - \varsigma_2 \cdot c^{R^i} - \varsigma_3 \cdot \varsigma_2 - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot c^M - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot \ddot{P}_K^S \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \sum_{i=1}^n \vartheta_1 \cdot \vartheta_2 \cdot a_i \cdot \left(\varsigma_1 \cdot a_i - \varsigma_2 \cdot c^{R^i} - \varsigma_3 \cdot \varsigma_2 - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot c^M - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot \ddot{P}_K^S \right) \\
& - \sum_{i=1}^n \vartheta_1 \cdot \vartheta_2 \cdot B \cdot \left(\varsigma_1 \cdot a_i - \varsigma_2 \cdot c^{R^i} - \varsigma_3 \cdot \varsigma_2 - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot c^M - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot \ddot{P}_K^S \right) \\
& \quad \cdot \left(\varsigma_1 \cdot a_i - \varsigma_2 \cdot c^{R^i} - \varsigma_3 \cdot \varsigma_2 - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot c^M - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot \ddot{P}_K^S \right) \\
& - \sum_{i=1}^n \frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \cdot \left(\varsigma_1 \cdot a_i - \varsigma_2 \cdot c^{R^i} - \varsigma_3 \cdot \varsigma_2 - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot c^M - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot \ddot{P}_K^S \right) \quad (3.19)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{d\ddot{\Pi}_K^S(\ddot{P}_K^S)}{d\ddot{P}_K^S} = & - \sum_{i=1}^n (2 \cdot \varsigma_4 \cdot \varsigma_5) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot (\ddot{P}_K^S) \\
& - \sum_{i=1}^n (2 \cdot \varsigma_4 \cdot \varsigma_5) \cdot \left(\vartheta_2 \cdot \varsigma_4 \cdot \frac{\ddot{\varphi}_K^R}{\alpha_1} \right) \cdot (\ddot{P}_K^S) \\
& - \sum_{i=1}^n (2 \cdot \varsigma_4 \cdot \varsigma_5) \cdot (\varsigma_4 \cdot \varsigma_5) \cdot (\vartheta_1 \cdot \vartheta_2 \cdot B) \cdot (\ddot{P}_K^S) \\
& + \sum_{i=1}^n \left(\varsigma_1 \cdot a_i - \varsigma_2 \cdot c^{R^i} - \varsigma_3 \cdot \varsigma_2 - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot c^M \right) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \\
& + \sum_{i=1}^n \left(\varsigma_1 \cdot a_i - \varsigma_2 \cdot c^{R^i} - \varsigma_3 \cdot \varsigma_2 - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot c^M \right) \cdot \left(\vartheta_2 \cdot \varsigma_4 \cdot \frac{\ddot{\varphi}_K^R}{\alpha_1} \right) \\
& + \sum_{i=1}^n (\varsigma_1 \cdot a_i - \varsigma_2 \cdot c_i^R - \varsigma_3 \cdot \varsigma_2 - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot c^M) \cdot (\vartheta_1 \cdot \vartheta_2 \cdot B) \\
& \quad \cdot (\varsigma_4 \cdot \varsigma_5) \cdot 2 - \sum_{i=1}^n (\varsigma_4 \cdot \varsigma_5) \cdot (\vartheta_2 \cdot \varsigma_3) \\
& - \sum_{i=1}^n (\varsigma_4 \cdot \varsigma_5) \cdot \left(\vartheta_2 \cdot \varsigma_4 \cdot \frac{\ddot{\varphi}_K^R}{\alpha_1} \cdot c^M \right)
\end{aligned}$$

$$-\sum_{i=1}^n (\varsigma_4 \cdot \varsigma_5) \cdot \vartheta_1 \cdot \vartheta_2 \cdot a_i + \sum_{i=1}^n (\varsigma_4 \cdot \varsigma_5) \cdot \frac{c^s}{\alpha_1 \alpha_2}$$

$$\frac{d\ddot{\Pi}_K^s(\ddot{P}_K^s)}{d\ddot{P}_K^s} = 0$$

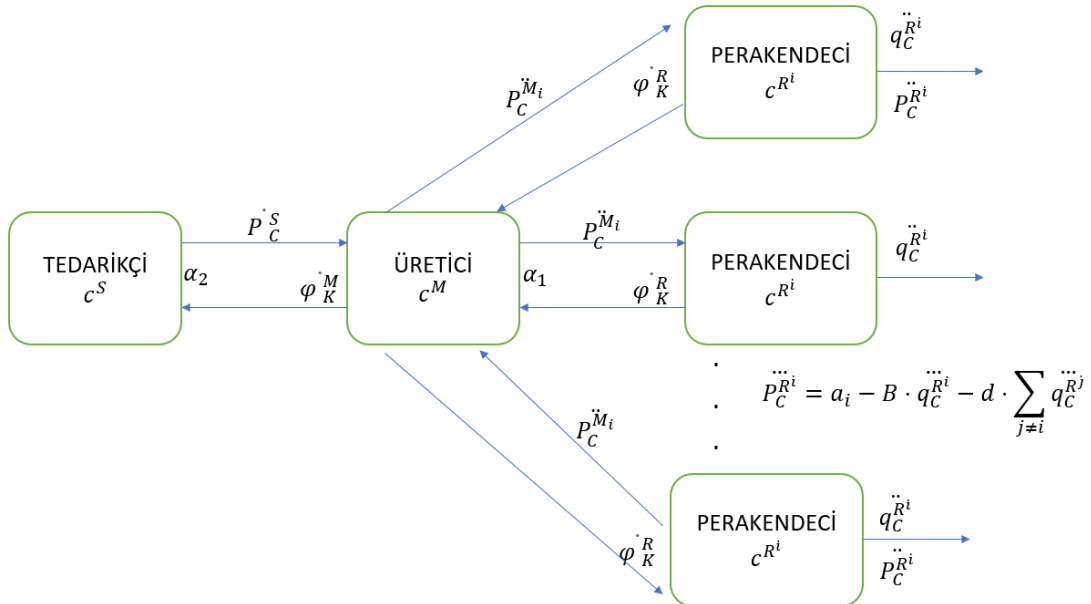
İse,

$$\begin{aligned} \ddot{P}_K^s &= \left(\frac{1}{n}\right) \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{(\varsigma_1 \cdot a_i - \varsigma_2 \cdot c^{R^i} - \varsigma_3 \cdot \varsigma_2 - \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot c^M)}{(2 \cdot \varsigma_4 \cdot \varsigma_5) \cdot (\varsigma_4 \cdot (B \cdot \alpha_1 \cdot \varsigma_5 \cdot \vartheta_1 + \ddot{\varphi}_K^R) \cdot \vartheta_2 + 1)} \right) \\ &\quad \cdot \left(1 + (\vartheta_2 \cdot \varsigma_4 \cdot \ddot{\varphi}_K^R) + (\alpha_1 \cdot 2 \cdot \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot \vartheta_1 \cdot \vartheta_2 \cdot B) \right) \\ &+ \left(\frac{1}{n}\right) \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{(2 \cdot \varsigma_4 \cdot \varsigma_5) \cdot (\varsigma_4 \cdot (B \cdot \alpha_1 \cdot \varsigma_5 \cdot \vartheta_1 + \ddot{\varphi}_K^R) \cdot \vartheta_2 + 1)} \right) \\ &\quad \cdot \left(\left(\varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot \frac{c^s}{\alpha_2} \right) - (\alpha_1 \cdot \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot \vartheta_2 \cdot \varsigma_3) - (\varsigma_4^2 \cdot \varsigma_5 \cdot \vartheta_2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot c^M) \right. \\ &\quad \left. - (a_i \cdot \alpha_1 \cdot \varsigma_4 \cdot \varsigma_5 \cdot \vartheta_1 \cdot \vartheta_2) \right) \end{aligned} \tag{3.18}$$

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ YAPISI 1-1-N REKABETLİ MODEL

Üçüncü bölümde genişletilen tedarik zincirimizin modeli, yani 1 Tedarikçi – 1 Üretici – N Perakendeci yapısını, bu kez perakendeciler arasındaki rekabetin de dikkate alındığı bir çerçevede yeniden ele alıyoruz. Bu modelde, çok sayıda perakendecinin varlığı, sadece tedarik zincirinin son aşamasında müşteri taleplerine daha hızlı ve esnek yanıt verilmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda perakendeciler arası rekabetin de tetiklenmesine neden olur. Bu rekabet, perakendecileri daha yenilikçi ve müşteri odaklı hizmetler sunmaya iterek, tedarik zincirinin genel verimliliğini ve karlılığını daha da artırma potansiyeline sahiptir. Ayrıca, rekabet, perakendecilerin pazarın farklı segmentlerine daha etkin bir şekilde ulaşmasını ve tedarik zinciri boyunca risklerin daha stratejik bir şekilde yönetilmesini teşvik eder. Bu durum, tedarik zincirinin dinamiklerini daha da karmaşık hale getirir, sistemin genel performansını iyileştirmeye yönelik önemli bir adımdır.



Şekil 6. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetli Model

4.1. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetli Model Merkezi Çözüm

Merkezi model tabanlı sistemlerde, katılımcıların bireysel çıkarlarını aşarak kolektif optimuma yönelmeleri esastır. Bu yaklaşım, sistemin toplam getirisinin maksimizasyonuna odaklanır ve katılımcılar tek bir birim olarak işlev görür. Oyun teorisi ve tedarik zinciri optimizasyonu perspektifinden, merkezi modelin temel amacı, sistem genelinde koordinasyon ve iş birliği aracılığıyla toplam verimliliği ve karlılığı en üst düzeye çıkarmaktır. Bu, tedarik zinciri boyunca sinerjik etkileşim ve entegrasyon sağlar.

Bu genişletilmiş model çerçevesinde, 1 Tedarikçi – 1 Üretici – N Perakendeciden oluşan yapı, tedarik zinciri boyunca koordinasyon ve iş birliğinin önemini daha da artırır. Bu yapıda, merkezi koordinasyon, perakendeciler arası rekabeti yönetmek ve optimize etmek için kritik bir role sahiptir. Perakendecilerin birbirleriyle rekabet ettiği bu modelde, merkezi bir yaklaşım, tedarik zincirinin her aşamasında karar alma süreçlerini daha da entegre ederek tedarik zinciri boyunca bilgi akışını ve malzeme hareketlerini verimli bir şekilde yönetir. Bu entegrasyon, rekabet ortamında bile, perakendeciler arasında iş birliğini kolaylaştırır ve tedarik zinciri boyunca sinerjik etkileşimlerin ve entegrasyonun derinleştirilmesine olanak tanır. Sonuç olarak, tedarik zincirinin toplam verimliliği ve karlılığı, rekabetçi bir ortamda dahi, maksimize edilir. Bu model, merkezi koordinasyonun ve entegre karar alma süreçlerinin, rekabetçi tedarik zinciri yapılarında bile, toplam verimliliği ve karlılığı nasıl artırabileceğini gösterir.

Bu kapsamda i perakendecinin fiyat $\ddot{P}_C^{R^i}$, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$0 < d < 1, \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

$$\ddot{P}_C^{R^i} = a_i - B \cdot \ddot{q}_C^{R^i} - d \cdot \sum_{j \neq i} \ddot{q}_C^{R^j}$$

$$\ddot{R}_C^{R^i} = \ddot{P}_C^{R^i} \cdot \ddot{q}_C^{R^i} = \left(a_i - B \cdot \ddot{q}_C^{R^i} - d \cdot \sum_{i \neq j} \ddot{q}_C^{R^j} \right) \cdot \ddot{q}_C^{R^i}$$

$$\ddot{G}_C^{R^i} = c^{R^i} \cdot \ddot{q}_C^{R^i} + \ddot{P}_C^{\ddot{M}_l} \cdot \ddot{q}_C^{R^i}$$

$$\ddot{\Pi}_C^{R^i} = \ddot{R}_C^{R^i} - \ddot{G}_C^{R^i}$$

$$\ddot{\Pi}_C^{R^i} = \left(a_i - B \cdot \ddot{q}_C^{R^i} - d \cdot \sum_{i \neq j} \ddot{q}_C^{R^j} \right) \cdot \ddot{q}_C^{R^i} - c^{R^i} \cdot \ddot{q}_C^{R^i} - \ddot{P}_C^{\ddot{M}_l} \cdot \ddot{q}_C^{R^i}$$

$$\ddot{\Pi}_C^R = \sum_{i=1}^n \left(a_i - B \cdot \ddot{q}_C^{R^i} - d \cdot \sum_{i \neq j} \ddot{q}_C^{R^j} \right) \cdot \ddot{q}_C^{R^i} - c^{R^i} \cdot \ddot{q}_C^{R^i} - \ddot{P}_C^{\ddot{M}_l} \cdot \ddot{q}_C^{R^i}$$

Benzer şekilde üreticinin i. perakendeciye bağlı fiyat $\ddot{P}_C^{\ddot{M}_l}$, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\ddot{R}_C^{\ddot{M}_l} = \ddot{P}_C^{\ddot{M}_l} \cdot \ddot{q}_C^{\ddot{M}_l}$$

$$\ddot{G}_C^{\ddot{M}_l} = c^M \cdot \left(\frac{\ddot{q}_C^{\ddot{M}_l}}{\alpha_1} \right) + \ddot{P}_C^{\ddot{S}} \cdot \left(\frac{\ddot{q}_C^{\ddot{M}_l}}{\alpha_1} \right)$$

$$\ddot{\Pi}_C^{\ddot{M}_l} = \ddot{R}_C^{\ddot{M}_l} - \ddot{G}_C^{\ddot{M}_l}$$

$$\ddot{\Pi}_C^{\ddot{M}} = \sum_{i=1}^n \ddot{P}_C^{\ddot{M}_l} \cdot \ddot{q}_C^{\ddot{M}_l} - \sum_{i=1}^n c^M \cdot \left(\frac{\ddot{q}_C^{\ddot{M}_l}}{\alpha_1} \right) - \sum_{i=1}^n \ddot{P}_C^{\ddot{S}} \cdot \left(\frac{\ddot{q}_C^{\ddot{M}_l}}{\alpha_1} \right)$$

Aynı şekilde tedarikçinin fiyat $\ddot{P}_C^{\ddot{S}}$, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\ddot{R}_C^{\ddot{S}} = \sum_{i=1}^n \ddot{P}_C^{\ddot{S}} \cdot \left(\frac{\ddot{q}_C^{\ddot{M}_l}}{\alpha_1} \right)$$

$$\ddot{R}_C^S = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot q_C^{\ddot{R}^i} \cdot \ddot{P}_C^S$$

$$\ddot{G}_C^S = \sum_{i=1}^n c^S \cdot \left(\frac{q_C^{\ddot{R}^i}}{\alpha_1 \alpha_2} \right)$$

$$\ddot{\Pi}_C^S = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \ddot{P}_C^S \cdot q_C^{\ddot{R}^i} - \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot q_C^{\ddot{R}^i}$$

Bu durumda tedarik zincirinin toplam karı tüm oyuncuların karlarının toplamı olup aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$\ddot{\Pi}_C^{\ddot{S}C} = \ddot{\Pi}_C^{\ddot{R}} + \ddot{\Pi}_C^{\ddot{M}} + \ddot{\Pi}_C^{\ddot{S}}$$

$$\ddot{\Pi}_C^{\ddot{S}C} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot q_C^{\ddot{R}^i} - \left(c^{R^i} + \frac{c^M}{\alpha_1} + \frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot q_C^{\ddot{R}^i} - B \cdot q_C^{\ddot{R}^i} \cdot q_C^{\ddot{R}^i} - d \cdot q_C^{\ddot{R}^i} \cdot \sum_{i \neq j} q_C^{\ddot{R}^j} \quad (4.1)$$

Tanım1.2.

$y = f(x_1, \dots, x_n)$ 2. dereceden türevlenebilir n değişkenli olan bir fonksiyon olsun.

y fonksiyonu için Hessian matrisi

$$H = \left[\frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_j} \right] = [f_{ij}] = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & f_{13} & \dots & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & f_{23} & \dots & f_{2n} \\ f_{31} & f_{32} & f_{33} & \dots & f_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{n1} & f_{n2} & f_{n3} & \dots & f_{nn} \end{bmatrix}$$

f_{ij} : f fonksiyonunun i . ve j . elemanına göre kısmi türevini gösterir.

f kesin konkav ise hessian matrisi negatif belirli olup hessian için Leading principal minor matrisleri "-"den başlayarak işaret değiştirerek gider.

f konkav ise hessian matrisi negatif-yarı belirli olup hessian için " $2^n - 1$ " principal minör matrislerinin determinanı tek boyutlarda ($1 \times 1, 3 \times 3, \dots$) ≤ 0 , çift boyutlarda ($2 \times 2, 4 \times 4, \dots$) ≥ 0 .

f kesin konveks ise hessian matrisi pozitif belirli olup hessian için tüm leading principal minor matrislerinin determinanı > 0 .

f konveks ise hessian matrisi pozitif-yarı belirli olup hessian için tüm principal minör matrisleri ≥ 0 dır.

Hessian için geçerli olan ifadeler f için de geçerli olup aynı sonucu verecektir.

Önerme 4.1.

Denklem 4.1'de verilen $\Pi_C^{\ddot{S}C}$ tedarik zincirinin toplam kar fonksiyonunun maksimum değerini $q_C^{\ddot{R}^i}$, de almaktadır.

$$\begin{aligned} q_C^{\ddot{R}^i} = & \frac{B \cdot \left(\frac{a_i}{2} - \frac{c^{R^i}}{2} - \frac{c^M}{2 \cdot \alpha_1} - \frac{c^S}{2 \cdot \alpha_1 \alpha_2} \right)}{B \cdot B - (n-1) \cdot d \cdot d + (n-2) \cdot B \cdot d} \\ & - \frac{(n-2) \cdot d \cdot \left(\frac{a_i}{2} - \frac{c^{R^i}}{2} - \frac{c^M}{2 \cdot \alpha_1} - \frac{c^S}{2 \cdot \alpha_1 \alpha_2} \right)}{B \cdot B - (n-1) \cdot d \cdot d + (n-2) \cdot B \cdot d} \\ & - \frac{d \cdot \sum_{i \neq j} \left(\frac{a_j}{2} - \frac{c^{R^j}}{2} - \frac{c^M}{2 \cdot \alpha_1} - \frac{c^S}{2 \cdot \alpha_1 \alpha_2} \right)}{B \cdot B - (n-1) \cdot d \cdot d + (n-2) \cdot B \cdot d} \end{aligned} \quad (4.2)$$

İspat 4.1.

$$\frac{\partial \Pi_C^{\ddot{S}C} (q_C^{\ddot{R}^i})}{\partial q_C^{\ddot{R}^i 2}} = -2 \cdot B \quad ve \quad \frac{\partial \Pi_C^{\ddot{S}C} (q_C^{\ddot{R}^i})}{\partial q_C^{\ddot{R}^i} \partial q_C^{\ddot{R}^j}} = -2 \cdot d$$

$$H = \begin{bmatrix} -2 \cdot B & , & -2 \cdot d & , & -2 \cdot d & \dots & -2 \cdot d \\ -2 \cdot d & , & -2 \cdot B & , & -2 \cdot d & \dots & -2 \cdot d \\ -2 \cdot d & , & -2 \cdot d & , & -2 \cdot B & \dots & -2 \cdot d \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ -2 \cdot d & , & -2 \cdot d & , & -2 \cdot d & \dots & -2 \cdot B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & Y & Y & \cdot & \cdot & \cdot & Y \\ Y & X & Y & \cdot & \cdot & \cdot & Y \\ Y & Y & X & \cdot & \cdot & \cdot & Y \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \dot{Y} & \dot{Y} & \dot{Y} & \cdot & \cdot & \cdot & \dot{X} \end{bmatrix}$$

$$X = -2 \cdot B \quad , \quad Y = -2 \cdot d$$

$$n = 1 \rightarrow \det(H) = X$$

$$n = 2 \rightarrow \det(H) = X^2 - Y^2$$

$$n = 3 \rightarrow \det(H) = X \cdot \left(\frac{X^2 - Y^2}{X} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 2 \cdot Y^2 + X \cdot Y}{X + Y} \right)$$

$$n = 4 \rightarrow \det(H) = X \cdot \left(\frac{X^2 - Y^2}{X} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 2 \cdot Y^2 + X \cdot Y}{X + Y} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 3 \cdot Y^2 + 2 \cdot X \cdot Y}{X + 2 \cdot Y} \right)$$

.

.

.

$$n = 6 \rightarrow \det(H)$$

$$= X \cdot \left(\frac{X^2 - Y^2}{X} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 2 \cdot Y^2 + X \cdot Y}{X + Y} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 3 \cdot Y^2 + 2 \cdot X \cdot Y}{X + 2 \cdot Y} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 4 \cdot Y^2 + 3 \cdot X \cdot Y}{X + 3 \cdot Y} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 5 \cdot Y^2 + 4 \cdot X \cdot Y}{X + 4 \cdot Y} \right)$$

$$n = n \rightarrow \det(H) = \Delta_{(n-1)} \cdot \left(\frac{X^2 - (n-1) \cdot Y^2 + (n-2) \cdot X \cdot Y}{X + (n-2) \cdot Y} \right)$$

$B > 1$, $0 < d < 1$ ve $n > 2$ için

$$X = -2 \cdot B < 0$$

$$Y = -2 \cdot d < 0$$

$$X^2 - Y^2 = 4B^2 - 4d^2 = (+) \text{ işaretlidir, } X^2 - Y^2 > 0.$$

$$\begin{aligned} \frac{X^2 - (n-1) \cdot Y^2 + (n-2) \cdot X \cdot Y}{X + (n-2) \cdot Y} &= \frac{2 \cdot (d-B) \cdot (d \cdot (n-1) + B)}{d \cdot (n-2) + B} \\ &= \frac{(-) \cdot (+)}{(+)} = (-), \text{ işaretlidir.} \end{aligned}$$

$$n = 1 \rightarrow \Delta_{(1)} = X < 0$$

$$n = 2 \rightarrow \Delta_{(2)} = X^2 - Y^2 > 0$$

$$n = 3 \rightarrow \Delta_{(3)} = \Delta_{(1)} \cdot \Delta_{(2)} \cdot \frac{X^2 - (n-1) \cdot Y^2 + (n-2) \cdot X \cdot Y}{X + (n-2) \cdot Y} = (-) \cdot (+) \cdot (-) = (-) < 0$$

$$\begin{aligned} n = 4 \rightarrow \Delta_{(4)} &= \Delta_{(1)} \cdot \Delta_{(2)} \cdot \Delta_{(3)} \cdot \frac{X^2 - (n-1) \cdot Y^2 + (n-2) \cdot X \cdot Y}{X + (n-2) \cdot Y} \\ &= (-) \cdot (+) \cdot (-) \cdot (-) = (+) > 0 \end{aligned}$$

$$\Delta_1 = -1, \quad \Delta_2 = 1, \quad \Delta_3 = -1, \dots, (-1)^k \Delta_k > 0$$

H'nın k. mertebe asal minörü $(-1)^k$ ile aynı işaretli olup H matrisi negatif belirli ve kesin konkavdır.

Böylece, tanım 1.2'ye göre denklem (3.13)'de verilen $\Pi_C^{\ddot{\ddot{S}}C}$ Tedarik zincirinin toplam kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde kesin konkav olduğunu ve maksimum değerini $q_C^{\ddot{\ddot{R}}i}$ 'de aldığını ispatlanabilir.

$$\frac{\partial \Pi_C^{\ddot{\ddot{S}}C}(q_C^{\ddot{\ddot{R}}i})}{\partial q_C^{\ddot{\ddot{R}}i}} = \left(a_i - c^{Ri} - \frac{c^M}{\alpha_1} - \frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) - 2 \cdot B \cdot q_C^{\ddot{\ddot{R}}i} - 2 \cdot d \cdot \sum_{i \neq j} q_C^{\ddot{\ddot{R}}j}$$

$$\frac{\partial \Pi_C^{\ddot{\ddot{S}}C}(q_C^{\ddot{\ddot{R}}i})}{\partial q_C^{\ddot{\ddot{R}}i}} = 0$$

İse denklem (4.2) bulunabilir. $\square$

4.2. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetli Model Merkez Kaç Çözüm

Merkezkaç model tabanlı sistemlerde, her katılımcı bağımsız bir birim olarak işlev görür ve kendi karını maksimize etmeye çalışır. Bu yapı, bireysel kazanımların en üst düzeye çıkmasına odaklanırken, sistemin toplam getirisinin maksimizasyonundan ziyade, her oyuncunun kendi çıkarlarını önceliklendirir. Oyun teorisi ve tedarik zinciri optimizasyonu perspektifinden, merkezkaç modelin temel amacı, her bir oyuncunun kendi verimliliğini ve karlılığını bağımsız olarak en üst düzeye çıkarmaktır. Bu, tedarik zinciri boyunca rekabetçi bir etkileşim ve bağımsızlık sağlar.

Bu bağlamda, 1 Tedarikçi – 1 Üretici – N Perakendeciden oluşan yapı, tedarik zinciri boyunca her oyuncunun kendi karını maksimize etmeye çalıştığı bir ortamda yeniden modellenir. Bu modelde, perakendeciler arası rekabet, her birinin bağımsız karar alma süreçlerini ve stratejilerini öne çıkarır. Merkezkaç bir yaklaşımda, her bir oyuncunun bilgi akışını ve malzeme hareketlerini kendi lehine optimize etme çabası, tedarik zinciri boyunca rekabetçi dinamiklerin oluşmasına neden olur. Bu rekabet ortamı, perakendecilerin, tedarikçilerin ve üreticilerin birbirleriyle etkileşimlerinde stratejik davranışları teşvik eder.

Bu yapıda, her bir perakendeci, tedarikçi ve üretici, tedarik zincirinin toplam verimliliği veya karlılığını gözetmekten ziyade, kendi çıkarlarını maksimize etme peşindedir. Bu durum, tedarik zincirinin her aşamasında, özellikle perakendecilerin birbirleriyle rekabet ettiği durumlarda, karar alma süreçlerinin bağımsızlaşmasını ve stratejik rekabetçi davranışların ön plana çıkmasını gerektirir. Sonuç olarak, merkezkaç model, tedarik zinciri boyunca bağımsız ve rekabetçi etkileşimlerin ve bağımsızlık derecesinin yüksek olduğu bir ortamı ortaya koyar. Bu model, her oyuncunun kendi verimliliğini ve karlılığını nasıl maksimize etmeye çalıştığına dair net bir görünüm sunar, ancak bu süreçte tedarik zincirinin genel verimliliği ve karlılığı ikincil bir öneme sahip olabilir.

Bu kapsamda i perakendecinin fiyat $\ddot{p}_D^{R^i}$, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\ddot{p}_D^{R^i} = a_i - B \cdot \ddot{q}_D^{R^i} - d \cdot \sum_{i \neq j} \ddot{q}_D^{R^j}$$

$$\begin{aligned}
\ddot{R}_D^{R^i} &= \ddot{P}_D^{R^i} \cdot \ddot{q}_D^{R^i} = \left(a_i - B \cdot \ddot{q}_D^{R^i} - d \cdot \sum_{i \neq j} \ddot{q}_D^{R^j} \right) \cdot \ddot{q}_D^{R^i} \\
\ddot{G}_D^{R^i} &= c^{R^i} \cdot \ddot{q}_D^{R^i} + \ddot{P}_D^{M_l} \cdot \ddot{q}_D^{R^i} \\
\ddot{\Pi}_D^{R^i} &= \left(a_i - B \cdot \ddot{q}_D^{R^i} - d \cdot \sum_{i \neq j} \ddot{q}_D^{R^j} \right) \cdot \ddot{q}_D^{R^i} - c^{R^i} \cdot \ddot{q}_D^{R^i} - \ddot{P}_D^{M_l} \cdot \ddot{q}_D^{R^i} \quad (4.3)
\end{aligned}$$

Önerme 4.2.

Denklem 4.3’de verilen $\ddot{\Pi}_D^{R^i}$ i perakendecinin kar fonksiyonunun maksimum değerini $\ddot{q}_D^{R^i}$ de almaktadır.

$$\begin{aligned}
\ddot{q}_D^{R^i} &= \psi_5 \cdot \psi_1 \cdot (a_i - c^{R^i}) - d \cdot \psi_1 \cdot \sum_{i \neq j} (a_j - c^{R^j}) - \psi_5 \cdot \psi_1 \\
&\quad \cdot \left(((\psi_2 \cdot \psi_4) + (n-1) \cdot (\psi_3 \cdot \psi_4)) \cdot \psi_1 \cdot (c^M + \ddot{P}_D^S) \right. \\
&\quad \left. + ((\psi_2 \cdot \psi_5) - (n-1) \cdot (\psi_3 \cdot d)) \cdot \psi_1 \cdot (a_i - c^{R^i}) \right) - \psi_5 \cdot \psi_1 \\
&\quad \cdot \left(((\psi_3 \cdot \psi_5) - (\psi_2 \cdot d) - (n-2) \cdot (\psi_3 \cdot d)) \cdot \psi_1 \cdot \sum_{j \neq i} (a_j - c^{R^j}) \right) \\
&\quad + d \cdot \psi_1 \\
&\quad \cdot \sum_{i \neq j} \left(((\psi_2 \cdot \psi_4) + (n-1) \cdot (\psi_3 \cdot \psi_4)) \cdot \psi_1 \cdot (c^M + \ddot{P}_D^S) \right. \\
&\quad \left. + ((\psi_2 \cdot \psi_5) - (n-1) \cdot (\psi_3 \cdot d)) \cdot \psi_1 \cdot (a_j - c^{R^j}) \right) + d \cdot \psi_1 \\
&\quad \cdot \sum_{i \neq j} \left(((\psi_3 \cdot \psi_5) - (\psi_2 \cdot d) - (n-2) \cdot (\psi_3 \cdot d)) \cdot \psi_1 \right. \\
&\quad \left. \cdot \sum_{k \neq j} (a_k - c^{R^k}) \right) \quad (4.4)
\end{aligned}$$

İspat 4.2.

$$\frac{\partial \ddot{\Pi}_D^{R^l}(q_D^{R^l})}{\partial q_D^{R^l 2}} = -2 \cdot B \quad \text{ve} \quad \frac{\partial \ddot{\Pi}_D^{R^l}(q_D^{R^l})}{\partial q_C^{R^l} \partial q_C^{R^j}} = -2 \cdot d$$

$$H = \begin{bmatrix} -2 \cdot B & , & -2 \cdot d & , & -2 \cdot d & \dots & -2 \cdot d \\ -2 \cdot d & , & -2 \cdot B & , & -2 \cdot d & \dots & -2 \cdot d \\ -2 \cdot d & , & -2 \cdot d & , & -2 \cdot B & \dots & -2 \cdot d \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ -2 \cdot d & , & -2 \cdot d & , & -2 \cdot d & \dots & -2 \cdot B \end{bmatrix}$$

$$\Delta_1 = -1, \quad \Delta_2 = 1, \quad \Delta_3 = -1, \dots, (-1)^k \Delta_k > 0$$

H'nın k. mertebe asal minörü $(-1)^k$ ile aynı işaretli olup H matrisi negatif belirli ve kesin konkavdır.

Böylece, Tanım 1.2'ye göre denklem (4.3)'de verilen $\ddot{\Pi}_D^{R^l}$ i. Perakendecinin toplam kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini $q_D^{R^l}$ 'de aldığını ispatlanabilir.

$$\frac{\partial \ddot{\Pi}_D^{R^l}(q_D^{R^l})}{\partial q_D^{R^l}} = \left(a_i - 2 \cdot B \cdot q_D^{R^l} - 2 \cdot d \cdot \sum_{i \neq j} q_D^{R^j} \right) - c^{R^i} - p_D^{\ddot{M}_i}$$

$$\frac{\partial \ddot{\Pi}_D^{R^l}(q_D^{R^l})}{\partial q_D^{R^l}} = 0 \quad \text{ise}$$

$$q_D^{R^l} = \left(\frac{(B + 4 \cdot d) \cdot (a_i - c^{R^i} - p_D^{\ddot{M}_i}) - d \cdot \sum_{i \neq j} (a_j - c^{R^j} - p_D^{\ddot{M}_j})}{2 \cdot B \cdot B - 2 \cdot (n-1) \cdot d \cdot d + 2 \cdot (n-2) \cdot B \cdot d} \right) \quad (4.5)$$

$$\psi_1 = \frac{1}{2 \cdot B \cdot B - 2 \cdot (n-1) \cdot d \cdot d + 2 \cdot (n-2) \cdot B \cdot d}$$

$$\psi_5 = (B + 4 \cdot d) \quad \text{dersek}$$

$$q_D^{\ddot{R}^i} = \left(\psi_5 \cdot \psi_1 \cdot (a_i - c^{R^i} - \ddot{P}_D^{\ddot{M}_i}) - d \cdot \psi_1 \cdot \sum_{i \neq j} (a_j - c^{R^j} - \ddot{P}_D^{\ddot{M}_j}) \right) \quad (4.5a)$$

$$q_D^{\ddot{R}^i} = \left(\psi_5 \cdot \psi_1 \cdot (a_i - c^{R^i}) - d \cdot \psi_1 \cdot \sum_{i \neq j} (a_j - c^{R^j}) \right) - \left(\psi_5 \cdot \psi_1 \cdot (\ddot{P}_D^{\ddot{M}_i}) - d \cdot \psi_1 \cdot \sum_{i \neq j} (\ddot{P}_D^{\ddot{M}_j}) \right) \quad (4.5b)$$

(4.7) denklemdeki $\ddot{P}_D^{\ddot{M}_i}$ (4.5b) numaralı denklemde yerine konursa denklem (4.4) elde edilir.

$$\begin{aligned} q_D^{\ddot{R}^i} &= \psi_5 \cdot \psi_1 \cdot (a_i - c^{R^i}) - d \cdot \psi_1 \cdot \sum_{i \neq j} (a_j - c^{R^j}) - \psi_5 \cdot \psi_1 \\ &\quad \cdot \left(((\psi_2 \cdot \psi_4) + (n-1) \cdot (\psi_3 \cdot \psi_4)) \cdot \psi_1 \cdot (c^M + \ddot{P}_D^{\ddot{S}}) \right. \\ &\quad \left. + ((\psi_2 \cdot \psi_5) - (n-1) \cdot (\psi_3 \cdot d)) \cdot \psi_1 \cdot (a_i - c^{R^i}) \right) - \psi_5 \cdot \psi_1 \\ &\quad \cdot \left(((\psi_3 \cdot \psi_5) - (\psi_2 \cdot d) - (n-2) \cdot (\psi_3 \cdot d)) \cdot \psi_1 \cdot \sum_{j \neq i} (a_j - c^{R^j}) \right) \\ &\quad + d \cdot \psi_1 \cdot \sum_{i \neq j} \left(((\psi_2 \cdot \psi_4) + (n-1) \cdot (\psi_3 \cdot \psi_4)) \cdot \psi_1 \cdot (c^M + \ddot{P}_D^{\ddot{S}}) \right. \\ &\quad \left. + ((\psi_2 \cdot \psi_5) - (n-1) \cdot (\psi_3 \cdot d)) \cdot \psi_1 \cdot (a_j - c^{R^j}) \right) \\ &\quad + d \cdot \psi_1 \cdot \sum_{i \neq j} \left(((\psi_3 \cdot \psi_5) - (\psi_2 \cdot d) - (n-2) \cdot (\psi_3 \cdot d)) \cdot \psi_1 \right. \\ &\quad \left. \cdot \sum_{k \neq j} (a_k - c^{R^k}) \right) \end{aligned} \quad (4.4)$$

(4.9) denklemdaki $\ddot{P}_D^S$ (4.4) numaralı denklemden yerine konursa $\ddot{q}_D^{R^i}$ elde edilir.

Benzer şekilde üreticinin i. perakendeciye bağlı fiyat $\ddot{P}_D^{\ddot{M}_i}$, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\begin{aligned}\ddot{R}_D^{\ddot{M}_i} &= \ddot{P}_D^{\ddot{M}_i} \cdot \ddot{q}_D^{R^i} \\ \ddot{G}_D^{\ddot{M}_i} &= c^M \cdot \left(\frac{\ddot{q}_D^{R^i}}{\alpha_1} \right) + \ddot{P}_D^S \cdot \left(\frac{\ddot{q}_D^{R^i}}{\alpha_1} \right) \\ \ddot{\Pi}_D^{\ddot{M}} &= \sum_{i=1}^n \ddot{P}_D^{\ddot{M}_i} \cdot \ddot{q}_D^{R^i} - \sum_{i=1}^n c^M \cdot \left(\frac{\ddot{q}_D^{R^i}}{\alpha_1} \right) - \sum_{i=1}^n \ddot{P}_D^S \cdot \left(\frac{\ddot{q}_D^{R^i}}{\alpha_1} \right)\end{aligned}\quad (4.6)$$

Önerme 4.3.

Denklemler 4.6’da verilen $\ddot{\Pi}_D^{\ddot{M}}$ üreticinin kar fonksiyonunun maksimum değerini $\ddot{P}_D^{\ddot{M}_i}$ ’de almaktadır.

$$\begin{aligned}\ddot{P}_D^{\ddot{M}_i} &= +((\psi_2 \cdot \psi_4) + (n-1) \cdot (\psi_3 \cdot \psi_4)) \cdot \psi_1 \cdot (c^M + \ddot{P}_D^S) \\ &+ ((\psi_2 \cdot \psi_5) - (n-1) \cdot (\psi_3 \cdot d)) \cdot \psi_1 \cdot (a_i - c^{R^i}) \\ &+ ((\psi_3 \cdot \psi_5) - (\psi_2 \cdot d) - (n-2) \cdot (\psi_3 \cdot d)) \cdot \psi_1 \cdot \sum_{j \neq i} (a_j - c^{R^j})\end{aligned}\quad (4.7)$$

İspat 4.3.

$$H = \begin{bmatrix} X & Y & Y & . & . & . & Y \\ Y & X & Y & . & . & . & Y \\ Y & Y & X & . & . & . & Y \\ . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . \\ \dot{Y} & \dot{Y} & \dot{Y} & . & . & . & \dot{X} \end{bmatrix}$$

$$X = \frac{4 \cdot d + B}{(d - b) \cdot (d \cdot (n - 1) + B)} \quad , \quad Y = -\frac{d}{(d - b) \cdot (d \cdot (n - 1) + B)}$$

$$n = 1 \rightarrow \det(H) = X$$

$$n = 2 \rightarrow \det(H) = X^2 - Y^2$$

$$n = 3 \rightarrow \det(H) = X \cdot \left(\frac{X^2 - Y^2}{X} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 2 \cdot Y^2 + X \cdot Y}{X + Y} \right)$$

$$n = 4 \rightarrow \det(H)$$

$$= X \cdot \left(\frac{X^2 - Y^2}{X} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 2 \cdot Y^2 + X \cdot Y}{X + Y} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 3 \cdot Y^2 + 2 \cdot X \cdot Y}{X + 2 \cdot Y} \right)$$

.

.

.

$$n = 6 \rightarrow \det(H)$$

$$= X \cdot \left(\frac{X^2 - Y^2}{X} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 2 \cdot Y^2 + X \cdot Y}{X + Y} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 3 \cdot Y^2 + 2 \cdot X \cdot Y}{X + 2 \cdot Y} \right) \\ \cdot \left(\frac{X^2 - 4 \cdot Y^2 + 3 \cdot X \cdot Y}{X + 3 \cdot Y} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 5 \cdot Y^2 + 4 \cdot X \cdot Y}{X + 4 \cdot Y} \right)$$

$$n = n \rightarrow \det(H) = \Delta_{(n-1)} \cdot \left(\frac{X^2 - (n-1) \cdot Y^2 + (n-2) \cdot X \cdot Y}{X + (n-2) \cdot Y} \right)$$

$$B > 1 \quad , \quad 0 < d < 1 \quad \text{ve} \quad n > 2 \quad \text{için}$$

$$X = \frac{4 \cdot d + B}{(d - b) \cdot (d \cdot (n - 1) + B)} = \frac{(+)}{(-) \cdot (+)} < 0.$$

$$Y = -\frac{d}{(d - b) \cdot (d \cdot (n - 1) + B)} = -\frac{(+)}{(-) \cdot (+)} > 0.$$

$$X^2 - Y^2 = \frac{(3 \cdot d + b) \cdot (5 \cdot d + b)}{(d - b)^2 \cdot (d \cdot (n - 1) + B)^2} = -\frac{(+)}{(+)\cdot(+)} > 0.$$

$$\begin{aligned} \frac{X^2 - (n - 1) \cdot Y^2 + (n - 2) \cdot X \cdot Y}{X + (n - 2) \cdot Y} &= \frac{(5 \cdot d + b) \cdot (d \cdot (n - 5) - B)}{(d - b) \cdot (d \cdot (n - 6) - B) \cdot (d \cdot (n - 1) + B)} \\ &= -\frac{(+)\cdot(B - d \cdot (n - 5))}{(+)\cdot(B - d \cdot (n - 6))\cdot(+)} = -\frac{(+)\cdot(+)}{(+)\cdot(+)\cdot(+)} = (-), \text{işaretlidir.} \end{aligned}$$

$$(B - d \cdot (n - 5)) \neq 0$$

$$n = 1 \rightarrow \Delta_{(1)} = X < 0$$

$$n = 2 \rightarrow \Delta_{(2)} = X^2 - Y^2 > 0$$

$$n = 3 \rightarrow \Delta_{(3)} = \Delta_{(1)} \cdot \Delta_{(2)} \cdot \frac{X^2 - (n-1) \cdot Y^2 + (n-2) \cdot X \cdot Y}{X + (n-2) \cdot Y} = (-) \cdot (+) \cdot (-) = (-) < 0$$

$$\begin{aligned} n = 4 \rightarrow \Delta_{(4)} &= \Delta_{(1)} \cdot \Delta_{(2)} \cdot \Delta_{(3)} \cdot \frac{X^2 - (n - 1) \cdot Y^2 + (n - 2) \cdot X \cdot Y}{X + (n - 2) \cdot Y} \\ &= (-) \cdot (+) \cdot (-) \cdot (-) = (+) > 0 \end{aligned}$$

$$\Delta_1 = -1, \quad \Delta_2 = 1, \quad \Delta_3 = -1, \dots, (-1)^k \Delta_k > 0$$

H'nın k. mertebe asal minörü $(-1)^k$ ile aynı işaretli olup H matrisi negatif belirli ve kesin konkavdır.

Böylece, Tanım 1.2'ye göre denklem (4.5)'de verilen $\ddot{\Pi}_D^M$ üreticinin toplam kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini $P_D^{\ddot{M}_t}$ 'de aldığını ispatlanabilir.

(4.4) denklemdeki $\ddot{q}_D^{R^t}$ (4.6) numaralı denklemde yerine konursa denklem (4.6a) elde edilir.

$$\begin{aligned}\ddot{\Pi}_D^M &= \sum_{i=1}^n \left(\ddot{P}_D^{\ddot{M}_i} - \frac{c^M}{\alpha_1} - \frac{\ddot{P}_D^S}{\alpha_1} \right) \cdot \psi_1 \cdot \left(\psi_5 \cdot (a_i - c^{R^i} - \ddot{P}_D^{\ddot{M}_i}) \right) \\ &+ \sum_{i=1}^n \left(\ddot{P}_D^{\ddot{M}_i} - \frac{c^M}{\alpha_1} - \frac{\ddot{P}_D^S}{\alpha_1} \right) \cdot \psi_1 \cdot \left(-d \cdot \sum_{i \neq j} (a_j - c^{R^j} - \ddot{P}_D^{\ddot{M}_j}) \right)\end{aligned}\quad (4.6a)$$

$$\begin{aligned}\frac{\ddot{\Pi}_D^M}{\partial \ddot{P}_D^{\ddot{M}_i}} &= -2 \cdot \psi_1 \cdot \psi_5 \cdot (\ddot{P}_D^{\ddot{M}_i}) + 2 \cdot \psi_1 \cdot d \cdot \sum_{i \neq j} (\ddot{P}_D^{\ddot{M}_j}) + \psi_5 \cdot \psi_1 \cdot (a_i - c^{R^i}) \\ &- \psi_1 \cdot d \cdot \sum_{i \neq j} (a_j - c^{R^j}) + (B + 4 \cdot d - d \cdot (n-1)) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \psi_1 \cdot c^M \\ &+ (B + 4 \cdot d - d \cdot (n-1)) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \psi_1 \cdot \ddot{P}_D^S\end{aligned}$$

$$\frac{\ddot{\Pi}_D^M}{\partial \ddot{P}_D^{\ddot{M}_i}} = 0 \text{ ise}$$

$$\psi_2 = \frac{B + (6-n) \cdot d}{2B^2\psi_1 + (50-10n) d^2\psi_1 + (20-2n)B d\psi_1}$$

$$\psi_3 = \frac{d}{2B^2\psi_1 + (50-10n) d^2\psi_1 + (20-2n)B d\psi_1}$$

$$\psi_4 = (B + 4 \cdot d - d \cdot (n-1)) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right)$$

Dersek denklem (4.7) bulunabilir. (4.9)'da bulunan $\ddot{P}_D^S$ denklem (4.7)'de yerine konarak $\ddot{P}_D^{\ddot{M}_i}$ bulunabilir.

Üreticinin karar fonksiyonunda eş zamanlı olarak birden fazla değişkene $\ddot{P}_D^{\ddot{M}_1}$, $\ddot{P}_D^{\ddot{M}_2}$, $\ddot{P}_D^{\ddot{M}_3}$, ..., $\ddot{P}_D^{\ddot{M}_n}$ karar verdiği için konkav olduğunu göstermek için Hessian matris $H(\ddot{P}_D^{\ddot{M}_1}, \ddot{P}_D^{\ddot{M}_2}, \ddot{P}_D^{\ddot{M}_3}, \dots, \ddot{P}_D^{\ddot{M}_n})$ bakılması gerekir.

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \ddot{\Pi}_D^M}{\partial^2 P_D^{\ddot{M}_1}} & \frac{\partial^2 \ddot{\Pi}_D^M}{\partial P_D^{\ddot{M}_1} \partial P_D^{\ddot{M}_2}} & \frac{\partial^2 \ddot{\Pi}_D^M}{\partial P_D^{\ddot{M}_1} \partial P_D^{\ddot{M}_3}} & \cdots & \frac{\partial^2 \ddot{\Pi}_D^M}{\partial P_D^{\ddot{M}_1} \partial P_D^{\ddot{M}_n}} \\ \frac{\partial^2 \ddot{\Pi}_D^M}{\partial P_D^{\ddot{M}_2} \partial P_D^{\ddot{M}_1}} & \frac{\partial^2 \ddot{\Pi}_D^M}{\partial^2 P_D^{\ddot{M}_2}} & \frac{\partial^2 \ddot{\Pi}_D^M}{\partial P_D^{\ddot{M}_2} \partial P_D^{\ddot{M}_3}} & \cdots & \frac{\partial^2 \ddot{\Pi}_D^M}{\partial P_D^{\ddot{M}_2} \partial P_D^{\ddot{M}_n}} \\ \frac{\partial^2 \ddot{\Pi}_D^M}{\partial P_D^{\ddot{M}_3} \partial P_D^{\ddot{M}_1}} & \frac{\partial^2 \ddot{\Pi}_D^M}{\partial P_D^{\ddot{M}_3} \partial P_D^{\ddot{M}_2}} & \frac{\partial^2 \ddot{\Pi}_D^M}{\partial^2 P_D^{\ddot{M}_3}} & \cdots & \frac{\partial^2 \ddot{\Pi}_D^M}{\partial P_D^{\ddot{M}_3} \partial P_D^{\ddot{M}_n}} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 \ddot{\Pi}_D^M}{\partial P_D^{\ddot{M}_n} \partial P_D^{\ddot{M}_1}} & \frac{\partial^2 \ddot{\Pi}_D^M}{\partial P_D^{\ddot{M}_n} \partial P_D^{\ddot{M}_2}} & \frac{\partial^2 \ddot{\Pi}_D^M}{\partial P_D^{\ddot{M}_n} \partial P_D^{\ddot{M}_3}} & \cdots & \frac{\partial^2 \ddot{\Pi}_D^M}{\partial^2 P_D^{\ddot{M}_n}} \end{bmatrix}$$

$$H = \begin{bmatrix} \frac{4 \cdot d + B}{(d-b) \cdot (d \cdot (n-1) + B)} & -\frac{d}{(d-b) \cdot (d \cdot (n-1) + B)} & \cdots & -\frac{d}{(d-b) \cdot (d \cdot (n-1) + B)} \\ -\frac{d}{(d-b) \cdot (d \cdot (n-1) + B)} & \frac{4 \cdot d + B}{(d-b) \cdot (d \cdot (n-1) + B)} & \cdots & -\frac{d}{(d-b) \cdot (d \cdot (n-1) + B)} \\ -\frac{d}{(d-b) \cdot (d \cdot (n-1) + B)} & -\frac{d}{(d-b) \cdot (d \cdot (n-1) + B)} & \cdots & -\frac{d}{(d-b) \cdot (d \cdot (n-1) + B)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -\frac{d}{(d-b) \cdot (d \cdot (n-1) + B)} & -\frac{d}{(d-b) \cdot (d \cdot (n-1) + B)} & \cdots & \frac{4 \cdot d + B}{(d-b) \cdot (d \cdot (n-1) + B)} \end{bmatrix}$$

Aynı şekilde tedarikçinin fiyat $\ddot{P}_D^S$, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\ddot{R}_D^S = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \ddot{q}_D^{R^i} \cdot \ddot{P}_D^S$$

$$\ddot{G}_D^S = \sum_{i=1}^n \left(\frac{c^s}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot \ddot{q}_D^{R^i}$$

$$\ddot{\Pi}_D^S = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \ddot{P}_D^S \cdot \ddot{q}_D^{R^i} - \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot \ddot{q}_D^{R^i} \quad (4.8)$$

Önerme 4.4.

Denklem (4.8)'de verilen $\ddot{\Pi}_D^S$ tedarikçinin kar fonksiyonunun maksimum değerini $\ddot{P}_D^S$ 'de almaktadır.

$$\begin{aligned} & c^M \cdot (\psi_4 \cdot (\psi_3 \cdot (n-1) + \psi_2) \cdot (d \cdot (n-1) - \psi_5) \cdot n \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \psi_1^2) \\ & + \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_4 \cdot \psi_5 + \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \psi_5 \cdot \psi_1 \cdot (a_i - c^{R^i}) - \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_5^2 \cdot (a_i - c^{R^i}) \right) \\ & + \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j \neq i} \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_4 \cdot \psi_5 - \sum_{i \neq j} d \cdot \psi_1 \cdot (a_j - c^{R^j}) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) + \sum_{i \neq j} \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_5 \cdot d \cdot (a_j - c^{R^j}) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \right) \\ & - \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j \neq i} \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_4 + \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_5^2 \cdot (a_j - c^{R^j}) \right) \\ & + \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j \neq i} \sum_{k \neq j} \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_5 \cdot d \cdot (a_k - c^{R^k}) - \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_4 \right) \\ & + \sum_{i=1}^n \left(\sum_{i \neq j} \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_5 \cdot (a_j - c^{R^j}) - \sum_{k \neq j} \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot d \cdot (a_k - c^{R^k}) \right) \\ & + \sum_{i=1}^n \left(\sum_{i \neq j} \sum_{k \neq j} \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_5 \cdot (a_k - c^{R^k}) - \sum_{l \neq k} \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot d \cdot (a_l - c^{R^l}) \right) \\ \ddot{P}_D^S = & - \frac{\text{[Sum of above terms]}}{2 \cdot (\psi_4 \cdot (\psi_3 \cdot (n-1) + \psi_2) \cdot (d \cdot (n-1) - \psi_5) \cdot n \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \psi_1^2)} \quad (4.9) \end{aligned}$$

İspat 4.4.

$$\begin{aligned} \frac{\ddot{\Pi}_D^S}{d\ddot{P}_D^S d\ddot{P}_D^S} &= 2n(n-1) \cdot \left(\frac{\psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_4 \cdot \psi_5}{\alpha_1} + \frac{d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_4}{\alpha_1} \right) \\ &+ 2n(n-1) \cdot \left((n-1) \cdot \frac{d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_4}{\alpha_1} \right) \\ &- 2n \cdot \left(\frac{\psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_4 \cdot \psi_5}{\alpha_1} \right) < 0 \end{aligned}$$

Böylece, tanım 1.1'ye göre denklem (4.8)'de verilen $\ddot{\Pi}_D^S$ tedarikçinin toplam kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini $\ddot{P}_D^S$ 'de aldığını ispatlanabilir.

(4.4) denklemindeki $\ddot{q}_D^{Rl}$ (4.8) numaralı denklemde yerine konursa denklem (4.8a) elde edilir.

$$\begin{aligned}
\ddot{I}_D^S = & + \sum_{l=1}^n \left(\frac{\ddot{P}_D^S}{\alpha_1} - \frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot \left(\psi_5 \cdot \psi_1 \cdot (a_i - c^{Rl}) - d \cdot \psi_1 \cdot \sum_{j \neq i} (a_j - c^{Rj}) \right) \\
& - \sum_{i=1}^n \left(\frac{\ddot{P}_D^S}{\alpha_1} - \frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot \left(\psi_5 \cdot \psi_1 \cdot \left(((\psi_2 \cdot \psi_4) + (n-1) \cdot (\psi_3 \cdot \psi_4)) \cdot \psi_1 \cdot (c^M + \ddot{P}_D^S) + ((\psi_2 \cdot \psi_5) - (n-1) \cdot (\psi_3 \cdot d)) \cdot \psi_1 \cdot (a_i - c^{Rl}) \right) \right) \\
& - \sum_{i=1}^n \left(\frac{\ddot{P}_D^S}{\alpha_1} - \frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot \left(\psi_5 \cdot \psi_1 \cdot \left(((\psi_3 \cdot \psi_5) - (\psi_2 \cdot d) - (n-2) \cdot (\psi_3 \cdot d)) \cdot \psi_1 \cdot \sum_{j \neq i} (a_j - c^{Rj}) \right) \right) \\
& + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\ddot{P}_D^S}{\alpha_1} - \frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot \left(d \cdot \psi_1 \cdot \sum_{j \neq i} \left(((\psi_2 \cdot \psi_4) + (n-1) \cdot (\psi_3 \cdot \psi_4)) \cdot \psi_1 \cdot (c^M + \ddot{P}_D^S) + ((\psi_2 \cdot \psi_5) - (n-1) \cdot (\psi_3 \cdot d)) \cdot \psi_1 \cdot (a_j - c^{Rj}) \right) \right) \\
& + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\ddot{P}_D^S}{\alpha_1} - \frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot \left(d \cdot \psi_1 \cdot \sum_{j \neq i} \left(((\psi_3 \cdot \psi_5) - (\psi_2 \cdot d) - (n-2) \cdot (\psi_3 \cdot d)) \cdot \psi_1 \cdot \sum_{k \neq j} (a_k - c^{Rk}) \right) \right) \quad (4.8a)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\ddot{I}_D^S}{d \ddot{P}_D^S} = & - \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \psi_5 \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_4 \cdot (c^M + 2 \cdot \ddot{P}_D^S) - \sum_{j \neq i} \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \psi_5 \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_4 \cdot (c^M + 2 \cdot \ddot{P}_D^S) \right) \\
& + \sum_{i=1}^n \left(\sum_{l \neq j} \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_4 \cdot (c^M + 2 \cdot \ddot{P}_D^S) + \sum_{k \neq j} \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_4 \cdot (c^M + 2 \cdot \ddot{P}_D^S) \right) \\
& + \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot \psi_5 \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_4 + \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \psi_5 \cdot \psi_1 \cdot (a_i - c^{Rl}) - \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \psi_5 \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_5 \cdot (a_i - c^{Rl}) + \sum_{j \neq i} \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot \psi_5 \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_4 \right) \\
& - \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j \neq i} d \cdot \psi_1 \cdot (a_j - c^{Rj}) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) + \sum_{i \neq j} \psi_5 \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot d \cdot (a_j - c^{Rj}) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \right) \\
& - \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j \neq i} \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_4 + \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \psi_5 \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_5 \cdot (a_j - c^{Rj}) - \sum_{k \neq j} \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \psi_5 \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot d \cdot (a_k - c^{Rk}) - \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_4 \right) \quad (3.27) \\
& + \sum_{i=1}^n \left(\sum_{l \neq j} \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_5 \cdot (a_j - c^{Rj}) - \sum_{k \neq j} \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot d \cdot (a_k - c^{Rk}) \right) \\
& + \sum_{k \neq j} \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_5 \cdot (a_k - c^{Rk}) - \sum_{l \neq k} \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot d \cdot (a_l - c^{Rl}) \right)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& c^M \cdot (\psi_4 \cdot (\psi_3 \cdot (n-1) + \psi_2) \cdot (d \cdot (n-1) - \psi_5) \cdot n \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) \cdot \psi_1^2) \\
& + \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2}\right) \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_4 \cdot \psi_5 + \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) \cdot \psi_5 \cdot \psi_1 \cdot (a_i - c^{R^i}) - \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_5^2 \cdot (a_i - c^{R^i}) \right) \\
& + \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j \neq i} \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2}\right) \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_4 \cdot \psi_5 - \sum_{i \neq j} d \cdot \psi_1 \cdot (a_j - c^{R^j}) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) + \sum_{i \neq j} \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_5 \cdot d \cdot (a_j - c^{R^j}) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) \right) \\
& - \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j \neq i} \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2}\right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_4 + \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_5^2 \cdot (a_j - c^{R^j}) \right) \\
& + \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j \neq i} \sum_{k \neq j} \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_5 \cdot d \cdot (a_k - c^{R^k}) - \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2}\right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_4 \right) \\
& + \sum_{i=1}^n \left(\sum_{i \neq j} \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot \psi_5 \cdot (a_j - c^{R^j}) - \sum_{k \neq j} \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_2 \cdot d \cdot (a_k - c^{R^k}) \right) \\
& + \sum_{i=1}^n \left(\sum_{i \neq j} \sum_{k \neq j} \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_5 \cdot (a_k - c^{R^k}) - \sum_{l \neq k} \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) \cdot d \cdot \psi_1^2 \cdot \psi_3 \cdot d \cdot (a_l - c^{R^l}) \right) \\
\ddot{p}_D^S = - & \frac{\text{[Numerator]}}{2 \cdot (\psi_4 \cdot (\psi_3 \cdot (n-1) + \psi_2) \cdot (d \cdot (n-1) - \psi_5) \cdot n \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) \cdot \psi_1^2)} \quad (4.9)
\end{aligned}$$

4.3. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetli Model Merkez Kaç Kontratlı Çözüm

Merkezkaç model tabanlı sistemlerde, her bir perakendeci bağımsız bir birim olarak hareket eder ve kendi bireysel kazançlarını maksimize etmeye odaklanır. Bu yapı, bireysel çıkarların peşinden gitmeyi teşvik ederken, sistem genelinde koordinasyon ve iş birliğinin eksikliğine yol açabilir. Ancak, stratejik kontratlar kullanarak, rekabet eden bu perakendecileri bir araya getirmek ve merkezi bir çözüme doğru yönlendirmek mümkündür. Bu yaklaşım, oyun teorisi ve tedarik zinciri optimizasyonu prensiplerini kullanarak, bireysel eylemlerin koordinasyonunu sağlar ve tedarik zinciri boyunca iş birliğini teşvik eder. Bu şekilde, sistem genelindeki verimliliği ve karlılığı artırmak hedeflenir.

Kontrat mekanizmaları, N-adet rekabet eden perakendeci arasındaki koordinasyon ve iş birliği zorluklarını ele alır. Bu kontratlar, perakendeciler arası tedarik zinciri boyunca diğer katılımcılar arası etkileşimleri düzenleyerek, her bir oyuncunun eylemlerinin sistem üzerindeki toplam etkisini göz önünde bulundurmasını sağlar. Bu, tedarik zinciri boyunca bilgi akışının ve malzeme hareketlerinin optimize edilmesine yardımcı olurken, sinerjik etkileşimlerin ve entegrasyonun derinleştirilmesine olanak tanır. Merkezi bir çözüme doğru bu yeniden modelleme, tedarik zincirinin toplam verimliliğini ve karlılığını maksimize eder. Aynı zamanda, perakendecilerin bağımsızlık ve esnekliğini koruyarak rekabet avantajı ve yenilikçilik

potansiyelini destekler. Bu, rekabet eden perakendecilerin bir araya gelerek daha verimli ve karlı bir tedarik zinciri oluşturmalarına olanak sağlayan stratejik bir yaklaşımdır.

Bu kapsamda i perakendecinin fiyat $\ddot{P}_K^{R^i}$, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\ddot{P}_K^{R^i} = a_i - B \cdot \ddot{q}_K^{R^i} - d \cdot \sum_{i \neq j} \ddot{q}_K^{R^j}$$

$$\ddot{R}_K^{R^i} = \ddot{P}_K^{R^i} \cdot \ddot{q}_K^{R^i} = \left(\left(a_i - B \cdot \ddot{q}_K^{R^i} - d \cdot \sum_{i \neq j} \ddot{q}_K^{R^j} \right) \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \right) \cdot \ddot{\varphi}_K^R$$

$$\ddot{G}_K^{R^i} = c^{R^i} \cdot \ddot{q}_K^{R^i} + \ddot{P}_K^{\ddot{M}_i} \cdot \ddot{q}_K^{R^i}$$

i. Perakendecinin kar fonksiyonu,

$$\ddot{\Pi}_K^{R^i} = \left(\left(a_i - B \cdot \ddot{q}_K^{R^i} - d \cdot \sum_{i \neq j} \ddot{q}_K^{R^j} \right) \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \right) \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c^{R^i} \cdot \ddot{q}_K^{R^i} - \ddot{P}_K^{\ddot{M}_i} \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \quad (4.10)$$

Önerme 4.5.

Denklem 4.10'da verilen $\ddot{\Pi}_K^{R^i}$ i. perakendecinin kar fonksiyonunun maksimum değerini $\ddot{q}_K^{R^i}$ de almaktadır.

$$\ddot{q}_K^{R^i} = \Omega_1 \cdot \left((B + 4 \cdot d) \cdot (a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c^{R^i} - \ddot{P}_K^{\ddot{M}_i}) - d \cdot \sum_{i \neq j} (a_j \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c^{R^j} - \ddot{P}_K^{\ddot{M}_j}) \right) \quad (4.11)$$

İspat 4.5.

$$\frac{\partial \ddot{\Pi}_K^{R^i}}{\partial \ddot{q}_K^{R^i} \partial \ddot{q}_K^{R^i}} = -2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R, \quad \frac{\partial \ddot{\Pi}_K^{R^i}}{\partial \ddot{q}_K^{R^i} \partial \ddot{q}_K^{R^j}} = -2 \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R$$

$$H = \begin{bmatrix} -2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R & , & -2 \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R & , & -2 \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R & \dots & -2 \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R \\ -2 \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R & , & -2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R & , & -2 \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R & \dots & -2 \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R \\ -2 \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R & , & -2 \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R & , & -2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R & \dots & -2 \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ -2 \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R & , & -2 \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R & , & -2 \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R & \dots & -2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & Y & Y & . & . & . & Y \\ Y & X & Y & . & . & . & Y \\ Y & Y & X & . & . & . & Y \\ . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . \\ Y & Y & Y & . & . & . & X \end{bmatrix}$$

$$X = -2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R \quad , \quad Y = -2 \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R$$

$$n = 1 \rightarrow \det(H) = X$$

$$n = 2 \rightarrow \det(H) = X^2 - Y^2$$

$$n = 3 \rightarrow \det(H) = X \cdot \left(\frac{X^2 - Y^2}{X} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 2 \cdot Y^2 + X \cdot Y}{X + Y} \right)$$

$$n = 4 \rightarrow \det(H) = X \cdot \left(\frac{X^2 - Y^2}{X} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 2 \cdot Y^2 + X \cdot Y}{X + Y} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 3 \cdot Y^2 + 2 \cdot X \cdot Y}{X + 2 \cdot Y} \right)$$

.

.

.

$$n = 6 \rightarrow \det(H)$$

$$= X \cdot \left(\frac{X^2 - Y^2}{X} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 2 \cdot Y^2 + X \cdot Y}{X + Y} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 3 \cdot Y^2 + 2 \cdot X \cdot Y}{X + 2 \cdot Y} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 4 \cdot Y^2 + 3 \cdot X \cdot Y}{X + 3 \cdot Y} \right) \cdot \left(\frac{X^2 - 5 \cdot Y^2 + 4 \cdot X \cdot Y}{X + 4 \cdot Y} \right)$$

$$n = n \rightarrow \det(H) = \Delta_{(n-1)} \cdot \left(\frac{X^2 - (n-1) \cdot Y^2 + (n-2) \cdot X \cdot Y}{X + (n-2) \cdot Y} \right)$$

$B > 1$, $0 < d < 1$ ve $n > 2$ için

$$X = -2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R < 0 .$$

$$Y = -2 \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R < 0 .$$

$$X^2 - Y^2 = 4 \cdot \left(B \cdot \ddot{\varphi}_K^R \right)^2 - 4 \cdot \left(d \cdot \ddot{\varphi}_K^R \right)^2 > 0 .$$

$$\frac{X^2 - (n-1) \cdot Y^2 + (n-2) \cdot X \cdot Y}{X + (n-2) \cdot Y} = \frac{2 \cdot (d-B) \cdot (d \cdot (n-1) + B) \cdot \ddot{\varphi}_K^R}{d \cdot (n-2) + B}$$

$$= \frac{(-) \cdot (+)}{(+)} < 0$$

$$n = 1 \rightarrow \Delta_{(1)} = X < 0$$

$$n = 2 \rightarrow \Delta_{(2)} = X^2 - Y^2 > 0$$

$$n = 3 \rightarrow \Delta_{(3)} = \Delta_{(1)} \cdot \Delta_{(2)} \cdot \frac{X^2 - (n-1) \cdot Y^2 + (n-2) \cdot X \cdot Y}{X + (n-2) \cdot Y} = (-) \cdot (+) \cdot (-) = (-) < 0$$

$$n = 4 \rightarrow \Delta_{(4)} = \Delta_{(1)} \cdot \Delta_{(2)} \cdot \Delta_{(3)} \cdot \frac{X^2 - (n-1) \cdot Y^2 + (n-2) \cdot X \cdot Y}{X + (n-2) \cdot Y}$$

$$= (-) \cdot (+) \cdot (-) \cdot (-) = (+) > 0$$

$$\Delta_1 = -1, \quad \Delta_2 = 1, \quad \Delta_3 = -1, \dots, (-1)^k \Delta_k > 0$$

H'nın k. mertebe asal minörü $(-1)^k$ ile aynı işaretli olup H matrisi negatif belirli ve kesin konkavdır.

Böylece, Tanım 1.2'ye göre denklem (4.10)'de verilen $\ddot{\Pi}_K^{R^l}$ i. perakendecinin toplam kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini $\ddot{q}_K^{R^l}$ 'de aldığını ispatlanabilir.

$$\frac{\partial \ddot{\Pi}_K^{R^i}}{\partial \ddot{q}_K^{R^i}} = \left(a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R - 2 \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \ddot{q}_K^{R^l} - 2 \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot \sum_{i \neq j} \ddot{q}_K^{R^j} \right) - c^{R^i} - \ddot{p}_K^{M_l}$$

$$\frac{\partial \ddot{\Pi}_K^{R^l}}{\partial q_K^{R^l}} = 0 \quad ise$$

$$q_K^{R^l} = \left(\frac{(B + 4 \cdot d) \cdot (a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c^{R^i} - P_K^{\ddot{M}_i}) - d \cdot \sum_{i \neq j} (a_j \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c^{R^j} - P_K^{\ddot{M}_j})}{2 \cdot B \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R - 2 \cdot (n-1) \cdot d \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R + 2 \cdot (n-2) \cdot B \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \right)$$

$$\Omega_1 = \frac{1}{2 \cdot B \cdot B \cdot \ddot{\varphi}_K^R - 2 \cdot (n-1) \cdot d \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R + 2 \cdot (n-2) \cdot B \cdot d \cdot \ddot{\varphi}_K^R}$$

$$= - \frac{1}{2 \cdot (d - B) \cdot (d \cdot (n-1) + B) \cdot \ddot{\varphi}_K^R}$$

$$q_K^{R^i} = \Omega_1 \cdot \left((B + 4 \cdot d) \cdot (a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c^{R^i} - P_K^{\ddot{M}_i}) - d \cdot \sum_{i \neq j} (a_j \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c^{R^j} - P_K^{\ddot{M}_j}) \right) \quad (4.11)$$

(4.13) denklemdeki $P_D^{\ddot{M}}$ (4.11) numaralı denklemde yerine konursa denklem (4.11a) elde edilir

$$\begin{aligned} q_K^{R^i} = & (B + 4 \cdot d) \cdot \Omega_1 \cdot (a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c^{R^i}) - d \cdot \Omega_1 \cdot \sum_{i \neq j} (a_j \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c^{R^j}) \\ & - (B + 4 \cdot d) \cdot \Omega_1 \cdot \left(\beta_1 \cdot \left(\Omega_2 \cdot a_i + \Omega_3 \cdot \sum_{j \neq i}^n a_j + \Omega_4 \cdot (a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c_i^R) + \Omega_5 \cdot \sum_{j \neq i}^n (a_j \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c_j^R) + \Omega_6 \cdot c^M + \Omega_6 \cdot \ddot{P}_K^{\ddot{S}} \right) \right) \\ & - (B + 4 \cdot d) \cdot \Omega_1 \cdot \left(\beta_2 \cdot \sum_{j \neq i}^n \left(\Omega_2 \cdot a_j + \Omega_3 \cdot \sum_{k \neq j}^n a_k + \Omega_4 \cdot (a_j \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c_j^R) + \Omega_5 \cdot \sum_{k \neq j}^n (a_k \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c_k^R) + \Omega_6 \cdot c^M + \Omega_6 \cdot \ddot{P}_K^{\ddot{S}} \right) \right) \\ & + d \cdot \Omega_1 \cdot \left(\beta_1 \cdot \left(\Omega_2 \cdot a_j + \Omega_3 \cdot \sum_{k \neq j}^n a_k + \Omega_4 \cdot (a_j \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c_j^R) + \Omega_5 \cdot \sum_{k \neq j}^n (a_k \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c_k^R) + \Omega_6 \cdot c^M + \Omega_6 \cdot \ddot{P}_K^{\ddot{S}} \right) \right) \\ & + d \cdot \Omega_1 \cdot \left(\beta_2 \cdot \sum_{k \neq j}^n \left(\Omega_2 \cdot a_k + \Omega_3 \cdot \sum_{l \neq k}^n a_l + \Omega_4 \cdot (a_k \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c_k^R) + \Omega_5 \cdot \sum_{l \neq k}^n (a_l \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c_l^R) + \Omega_6 \cdot c^M + \Omega_6 \cdot \ddot{P}_K^{\ddot{S}} \right) \right) \quad (4.11a) \end{aligned}$$

(4.15) numaralı denklemde $\ddot{P}_K^{\ddot{S}}$ bulunarak (4.11a) denkleminde yerine konursa $q_K^{R^i}$ elde edilir.

Benzer şekilde üreticinin i. perakendeciye bağlı fiyat $P_K^{\ddot{M}_i}$, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\begin{aligned}
\ddot{R}_K^{\ddot{M}_l} &= \left(\ddot{P}_K^{\ddot{M}_l} \cdot \ddot{q}_K^{\ddot{R}^i} + \left(\left(\left(a_i - B \cdot \ddot{q}_K^{\ddot{R}^i} - d \cdot \sum_{i \neq j} \ddot{q}_K^{\ddot{R}^j} \right) \cdot \ddot{q}_K^{\ddot{R}^i} \right) \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}}) \right) \right) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}} \\
\ddot{G}_K^{\ddot{M}_l} &= c^M \cdot \left(\frac{\ddot{q}_K^{\ddot{R}^i}}{\alpha_1} \right) + \ddot{P}_K^{\ddot{S}} \cdot \left(\frac{\ddot{q}_K^{\ddot{R}^i}}{\alpha_1} \right) \\
\ddot{\Pi}_K^{\ddot{M}} &= \sum_{i=1}^n \left(\ddot{P}_K^{\ddot{M}_l} \cdot \ddot{q}_K^{\ddot{R}^i} + \left(\left(\left(a_i - B \cdot \ddot{q}_K^{\ddot{R}^i} - d \cdot \sum_{i \neq j} \ddot{q}_K^{\ddot{R}^j} \right) \cdot \ddot{q}_K^{\ddot{R}^i} \right) \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}}) \right) \right) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}} \\
&\quad - \sum_{i=1}^n c^M \cdot \left(\frac{\ddot{q}_K^{\ddot{R}^i}}{\alpha_1} \right) - \sum_{i=1}^n \ddot{P}_K^{\ddot{S}} \cdot \left(\frac{\ddot{q}_K^{\ddot{R}^i}}{\alpha_1} \right) \tag{4.12}
\end{aligned}$$

Önerme 4.6.

Denklem (4.12)'de verilen $\ddot{\Pi}_K^{\ddot{M}}$ üreticinin toplam kar fonksiyonunun maksimum değerini $\ddot{P}_K^{\ddot{M}_l}$ de almaktadır.

$$\begin{aligned}
\ddot{P}_K^{\ddot{M}_l} &= \beta_1 \cdot \left(\begin{aligned} &\Omega_2 \cdot a_i + \Omega_3 \cdot \sum_{j \neq i}^n a_j + \Omega_4 \cdot (a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} - c_i^R) \\ &+ \Omega_5 \cdot \sum_{j \neq i}^n (a_j \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} - c_j^R) + \Omega_6 \cdot c^M + \Omega_6 \cdot \ddot{P}_K^{\ddot{S}} \end{aligned} \right) \\
&\quad + \beta_2 \cdot \sum_{j \neq i}^n \left(\begin{aligned} &\Omega_2 \cdot a_j + \Omega_3 \cdot \sum_{k \neq j}^n a_k + \Omega_4 \cdot (a_j \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} - c_j^R) \\ &+ \Omega_5 \cdot \sum_{k \neq j}^n (a_k \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} - c_k^R) + \Omega_6 \cdot c^M + \Omega_6 \cdot \ddot{P}_K^{\ddot{S}} \end{aligned} \right) \tag{4.13}
\end{aligned}$$

İspat 4.6.

Üreticinin karar fonksiyonunda eş zamanlı olarak birden fazla değişkene $P_K^{\ddot{M}_1}, P_K^{\ddot{M}_2}, P_K^{\ddot{M}_3}, \dots, P_K^{\ddot{M}_n}$ karar verdiği için konkav olduğunu göstermek için Hessian matris $H(P_K^{\ddot{M}_1}, P_K^{\ddot{M}_2}, P_K^{\ddot{M}_3}, \dots, P_K^{\ddot{M}_n})$ bakılması gerekir.

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \Pi_K^{\ddot{M}_1}}{\partial P_K^{\ddot{M}_1}} & \frac{\partial^2 \Pi_K^{\ddot{M}_1}}{\partial P_K^{\ddot{M}_1} \partial P_K^{\ddot{M}_2}} & \frac{\partial^2 \Pi_K^{\ddot{M}_1}}{\partial P_K^{\ddot{M}_1} \partial P_K^{\ddot{M}_3}} & \dots & \frac{\partial^2 \Pi_K^{\ddot{M}_1}}{\partial P_K^{\ddot{M}_1} \partial P_K^{\ddot{M}_n}} \\ \frac{\partial^2 \Pi_K^{\ddot{M}_2}}{\partial P_K^{\ddot{M}_2} \partial P_K^{\ddot{M}_1}} & \frac{\partial^2 \Pi_K^{\ddot{M}_2}}{\partial P_K^{\ddot{M}_2}} & \frac{\partial^2 \Pi_K^{\ddot{M}_2}}{\partial P_K^{\ddot{M}_2} \partial P_K^{\ddot{M}_3}} & \dots & \frac{\partial^2 \Pi_K^{\ddot{M}_2}}{\partial P_K^{\ddot{M}_2} \partial P_K^{\ddot{M}_n}} \\ \frac{\partial^2 \Pi_K^{\ddot{M}_3}}{\partial P_K^{\ddot{M}_3} \partial P_K^{\ddot{M}_1}} & \frac{\partial^2 \Pi_K^{\ddot{M}_3}}{\partial P_K^{\ddot{M}_3} \partial P_K^{\ddot{M}_2}} & \frac{\partial^2 \Pi_K^{\ddot{M}_3}}{\partial P_K^{\ddot{M}_3}} & \dots & \frac{\partial^2 \Pi_K^{\ddot{M}_3}}{\partial P_K^{\ddot{M}_3} \partial P_K^{\ddot{M}_n}} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 \Pi_K^{\ddot{M}_n}}{\partial P_K^{\ddot{M}_n} \partial P_K^{\ddot{M}_1}} & \frac{\partial^2 \Pi_K^{\ddot{M}_n}}{\partial P_K^{\ddot{M}_n} \partial P_K^{\ddot{M}_2}} & \frac{\partial^2 \Pi_K^{\ddot{M}_n}}{\partial P_K^{\ddot{M}_n} \partial P_K^{\ddot{M}_3}} & \dots & \frac{\partial^2 \Pi_K^{\ddot{M}_n}}{\partial P_K^{\ddot{M}_n}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & Y & Y & \dots & Y \\ Y & X & Y & \dots & Y \\ Y & Y & X & \dots & Y \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Y & Y & Y & \dots & X \end{bmatrix}$$

$$X = \left(\frac{2 \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}} \cdot \left(\frac{(d^3 \cdot n^2 - 11 \cdot d^3 \cdot n - B \cdot d^2 \cdot n + 10 \cdot d^3 + 17 \cdot B \cdot d^2 + 8 \cdot B^2 \cdot d + B^3) \cdot (\ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} - 1)}{-2 \cdot d^2 \cdot (n-1) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} + 2 \cdot B \cdot d \cdot (n-2) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} + 2 \cdot B^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}}} - 4d - B \right)}{-2 \cdot d^2 \cdot (n-1) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} + 2 \cdot B \cdot d \cdot (n-2) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} + 2 \cdot B^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}}} \right)$$

$$Y = \left(\frac{d \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}} \cdot \left((d^2 \cdot n^2 - d \cdot (13 \cdot d - B) \cdot n + 37 \cdot d^2 - 2 \cdot B \cdot d + B^2) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} - d^2 \cdot n^2 + d \cdot (11 \cdot d + B) \cdot n - 35 \cdot d^2 - 2 \cdot B \cdot d + B^2 \right)}{2 \cdot (d-B)^2 \cdot (d \cdot (n-1) + B)^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}^2}} \right)$$

$$X = \left(\frac{2 \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}} \cdot \left(\frac{(d^3 \cdot n^2 - 11 \cdot d^3 \cdot n - B \cdot d^2 \cdot n + 10 \cdot d^3 + 17 \cdot B \cdot d^2 + 8 \cdot B^2 \cdot d + B^3) \cdot (\ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} - 1)}{-2 \cdot d^2 \cdot (n-1) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} + 2 \cdot B \cdot d \cdot (n-2) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} + 2 \cdot B^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}}} - 4d - B \right)}{-2 \cdot d^2 \cdot (n-1) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} + 2 \cdot B \cdot d \cdot (n-2) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} + 2 \cdot B^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}}} \right)$$

$$X = \left(\frac{2 \cdot \ddot{\varphi}_K^M \cdot \left(\frac{(C) \cdot (\ddot{\varphi}_K^R - 1)}{A} - 4 \cdot d - B \right)}{A} \right)$$

$$A = -2 \cdot d^2 \cdot (n-1) \cdot \ddot{\varphi}_K^R + 2 \cdot B \cdot d \cdot (n-2) \cdot \ddot{\varphi}_K^R + 2 \cdot B^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R$$

$$A = -2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot (d^2 \cdot (n-1) - B \cdot d \cdot (n-2) - B^2)$$

$$A = -2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot f$$

$$f = d^2 \cdot (n-1) - B \cdot d \cdot (n-2) - B^2$$

$$f = d^2 \cdot (n-1) - B \cdot d \cdot (n-1) - B \cdot d - B^2$$

$$f = (d^2 - B \cdot d) \cdot (n-1) - (B \cdot d + B^2)$$

$$f = d \cdot (d - B) \cdot (n-1) - (B \cdot d + B^2)$$

$$n \geq 2 \text{ ise } (n-1) > 0$$

$$0 < d < 1 \text{ ve } b \geq 2 \text{ ise } d \cdot (d - B) < 0$$

$$d \cdot (d - B) \cdot (n-1) < 0$$

$$(B \cdot d + B^2) > 0$$

Bu durumda

$$f = d \cdot (d - b) \cdot (n-1) - (B \cdot d + B^2) < 0$$

$$0 < \ddot{\varphi}_K^R < 1 \text{ ise}$$

$$A = -2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R \cdot f > 0, \text{ her zaman pozitifdir.}$$

$$0 < \ddot{\varphi}_K^M < 1 \text{ ise}$$

$$X = \left(\frac{(+)\cdot\left(\frac{(C)\cdot(-)}{(+)} - 4 \cdot d - B\right)}{(+)} \right)$$

İşaretini C belirleyecektir.

$$C = (d^3 \cdot n^2 - 11 \cdot d^3 \cdot n - B \cdot d^2 \cdot n + 10 \cdot d^3 + 17 \cdot B \cdot d^2 + 8 \cdot B^2 \cdot d + B^3)$$

$$0 < d < 1, \quad B > 1, \quad n \geq 2 \text{ ise}$$

$$\lim_{d \rightarrow 1} f(d) = (n^2 - 11 \cdot n - B \cdot n + 10 + 17 \cdot B + 8 \cdot B^2 + B^3)$$

$$\lim_{d \rightarrow 1} f(d) = (B^3 + 8 \cdot B^2 + 17 \cdot B + 10n^2 - 11 \cdot n - B \cdot n)$$

$$\eta_1 = (B^3 + 8 \cdot B^2 + 17 \cdot B + 10n^2)$$

$$\eta_2 = (11 \cdot n + B \cdot n)$$

$$\eta_1 > \eta_2$$

Olup olmadığını kontrol etmemiz gerekiyor.

$$\eta_1 - \eta_2 = (B^3 + 8 \cdot B^2 + 17 \cdot B + 10n^2 - 11 \cdot n - B \cdot n) = 0$$

İncelendiğinde, n için iki kök bulunuyor.

Genel ikinci dereceden denklem, $a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$ formundadır ve kökleri şu formülle bulunabilir:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

Bizim durumumuzda, denklemimiz $10n^2 + (B - 11) \cdot n + (B^3 + 8 \cdot B^2 + 17 \cdot B) = 0$ şeklinde yeniden düzenlenebilir. Kökler, genel formülü kullanarak bulunabilir.

$$\frac{B}{20} - \frac{\sqrt{-40 \cdot B^3 - 319 \cdot B^2 - 658 \cdot B + 121}}{20} + \frac{11}{20}$$

$$\frac{B}{20} + \frac{\sqrt{-40 \cdot B^3 - 319 \cdot B^2 - 658 \cdot B + 121}}{20} + \frac{11}{20}$$

Bir ikinci dereceden denklemin köklerinin reel olup olmadığını kontrol etmek için, denklemin diskriminantını incelemek gerekir. Diskriminant, $\Delta = b^2 - 4 \cdot a \cdot c$ olarak tanımlanır.

Eğer $\Delta > 0$, denklemin iki farklı reel kökü vardır.

Eğer $\Delta = 0$, denklemin tam olarak bir reel kökü vardır (iki kök birbirine eşittir).

Eğer $\Delta < 0$, denklemin reel kökü yoktur, iki karmaşık kökü vardır.

$$\Delta = -40 \cdot B^3 - 319 \cdot B^2 - 658 \cdot B + 121$$

Verilen koşullar altında reel kökler üretmediğini ve dolayısıyla bu koşullar altında her zaman pozitif olduğunu göstermiş olduk. Bu n verilen koşullar altında her zaman $\eta_1 > \eta_2$ olduğunu doğrular.

$$C = (d^3 \cdot n^2 - 11 \cdot d^3 \cdot n - b \cdot d^2 \cdot n + 10 \cdot d^3 + 17 \cdot b \cdot d^2 + 8 \cdot b^2 \cdot d + b^3) > 0$$

$$\begin{aligned} X &= \left(\frac{(+)\cdot\left(\frac{(+)\cdot(-)}{(+)} - 4d - b\right)}{(+)} \right) = \left(\frac{(+)\cdot\left(\frac{(-)}{(+)} - 4d - b\right)}{(+)} \right) = \left(\frac{(+)\cdot((-) - 4d - b)}{(+)} \right) \\ &= \left(\frac{(+)\cdot(-)}{(+)} \right) = \left(\frac{(-)}{(+)} \right) = (-) \end{aligned}$$

$X = (-)$ Negatiftir.

$$Y = \left(\frac{d \cdot \ddot{\varphi}_K^M \cdot \left((d^2 \cdot n^2 - d \cdot (13 \cdot d - B) \cdot n + 37 \cdot d^2 - 2 \cdot B \cdot d + B^2) \cdot \ddot{\varphi}_K^R - d^2 \cdot n^2 + d \cdot (11 \cdot d + B) \cdot n - 35 \cdot d^2 - 2 \cdot B \cdot d + B^2 \right)}{2 \cdot (d - B)^2 \cdot (d \cdot (n - 1) + B)^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R^2} \right)$$

$$2 \cdot (d - B)^2 \cdot (d \cdot (n - 1) + B)^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R^2$$

tüm birleşenlerin üstel değeri 2 olup > 0 pozitifdir.

$$Y = \left(\frac{(+)\cdot\left((d^2 \cdot n^2 - d \cdot (13 \cdot d - B) \cdot n + 37 \cdot d^2 - 2 \cdot B \cdot d + B^2) \cdot \ddot{\varphi}_K^R - d^2 \cdot n^2 + d \cdot (11 \cdot d + B) \cdot n - 35 \cdot d^2 - 2 \cdot B \cdot d + B^2\right)}{(+)} \right)$$

$$\begin{aligned} g &= \left((d^2 \cdot n^2 - d \cdot (13 \cdot d - B) \cdot n + 37 \cdot d^2 - 2 \cdot B \cdot d + B^2) \cdot \ddot{\varphi}_K^R - d^2 \cdot n^2 + \right. \\ &\quad \left. d \cdot (11 \cdot d + B) \cdot n - 35 \cdot d^2 - 2 \cdot B \cdot d + B^2 \right) \end{aligned}$$

$$0 < d < 1 \text{ ise}$$

$$0 < \ddot{\varphi}_K^R < 1 \text{ ise}$$

$$\lim_{d \rightarrow 0} g(d) = (B^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R + B^2) > 0$$

$$\lim_{d,r \rightarrow 0} g(d,r) = (B) > 0$$

$$\lim_{d \rightarrow 1} g(d) = \left((n^2 - (13 - B) \cdot n + 37 - 2 \cdot B + B^2) \cdot \ddot{\varphi}_K^R - n^2 + (11 + B) \cdot n - 35 - 2 \cdot B + B^2 \right)$$

$$\lim_{d \rightarrow 1} g(d) = \left(n^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R - 13 \cdot n \cdot \ddot{\varphi}_K^R + b \cdot n \cdot \ddot{\varphi}_K^R + 37 \cdot \ddot{\varphi}_K^R - 2 \cdot B \cdot r + B^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R - n^2 + 11 \cdot n + B \cdot n - 35 - 2 \cdot B + B^2 \right)$$

$$\lim_{d, \varphi_K^R \rightarrow 1} g(d,r) = (+B^2 + B^2 + n^2 - n^2 + B \cdot n + 37 + 11 \cdot n - 13 \cdot n + B \cdot n - 2 \cdot B - 2 \cdot B - 35)$$

$$\lim_{d, \varphi_K^R \rightarrow 1} g(d,r) = (2 \cdot B^2 + 2 \cdot B \cdot n + 2 - 2 \cdot n - 4 \cdot B)$$

$$\lim_{d, \varphi_K^R \rightarrow 1} g(d,r) = (2 \cdot B^2 - 4 \cdot B + 2 \cdot B \cdot n - 2 \cdot n + 2)$$

$$\lim_{d, \varphi_K^R \rightarrow 1} g(d,r) = +(2 \cdot B^2 - 4 \cdot B) + (2 \cdot B \cdot n - 2 \cdot n) + 2$$

$$\lim_{d, \varphi_K^R \rightarrow 1} g(d,r) = +(2 \cdot B - 4) \cdot B + (B - 1) \cdot 2 \cdot n + 2$$

$$b > 1 \text{ ve } n > 2 \text{ ise } +(2 \cdot b - 4) \cdot b + (b - 1) \cdot 2 \cdot n + 2 > 0$$

$$Y = \left(\frac{(+)(+)}{(+)} \right) > 0$$

$X = (-)$, $Y = (+)$ olarak bulunabilir.

$-X > Y$ ise $X^2 - Y^2 > 0$ olur

$-X > Y$ ise $-X - Y > 0$ olup olmadığını kontrol edelim.

$$-X - Y = \left(- \frac{\ddot{\varphi}_K^M \cdot \left((2 \cdot d^3 \cdot n^2 - 2 \cdot d \cdot (8 \cdot d^2 + 3 \cdot B \cdot d + b^2) \cdot n + 39 \cdot d^3 + 29 \cdot B \cdot d^2 + 5 \cdot B^2 \cdot d - B^3) \cdot \ddot{\varphi}_K^R \right)}{2 \cdot (d - B)^2 \cdot (d \cdot (n - 1) + B)^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R{}^2} \right)$$

$$\lim_{d, \ddot{\varphi}_K^R, \varphi_K^M \rightarrow 0} (-X - Y) < 0$$

$$\begin{aligned} \lim_{d, \ddot{\varphi}_K^R, \varphi_K^M \rightarrow 1} (-X - Y) &= \left(-\frac{\left(\frac{(2 \cdot n^2 - 2 \cdot (8 + 3 \cdot B + B^2) \cdot n + 39 + 29 \cdot B + 5 \cdot B^2 - B^3)}{-2 \cdot n^2 + 2 \cdot (11 + B) \cdot n - 45 - 19 \cdot B - 7B^2 - B^3} \right)}{2 \cdot (d - B)^2 \cdot (d \cdot (n - 1) + B)^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R{}^2} \right) \\ &= \left(-\frac{(2 \cdot n^2 - 16 \cdot n - 6 \cdot b \cdot n - 2 \cdot b^2 \cdot n + 39 + 29 \cdot b + 5 \cdot b^2 - b^3 - 2 \cdot n^2 + 22 \cdot n + 2 \cdot b \cdot n - 45 - 19 \cdot b - 7b^2 - b^3)}{2 \cdot (d - b)^2 \cdot (d \cdot (n - 1) + b)^2 \cdot r^2} \right) \\ &= \left(-\frac{(2 \cdot n^2 - 2 \cdot n^2 - 16 \cdot n + 22 \cdot n - 6 \cdot b \cdot n + 2 \cdot b \cdot n - 2 \cdot b^2 \cdot n + 39 - 45 + 29 \cdot b - 19 \cdot b - 7b^2 + 5 \cdot b^2 - b^3 - b^3)}{2 \cdot (d - b)^2 \cdot (d \cdot (n - 1) + b)^2 \cdot r^2} \right) \\ &= \left(-\frac{(6 \cdot n - 4 \cdot b \cdot n - 2 \cdot b^2 \cdot n - 6 + 10 \cdot b - 2b^2 - 2b^3)}{2 \cdot (d - b)^2 \cdot (d \cdot (n - 1) + b)^2 \cdot r^2} \right) \\ &= \left(-\frac{(3 \cdot n - 2 \cdot b \cdot n - b^2 \cdot n - 3 + 5 \cdot b - b^2 - b^3)}{(d - b)^2 \cdot (d \cdot (n - 1) + b)^2 \cdot r^2} \right) \\ &= \left(\frac{(-3 \cdot n + 2 \cdot b \cdot n + b^2 \cdot n + 3 - 5 \cdot b + b^2 + b^3)}{(d - b)^2 \cdot (d \cdot (n - 1) + b)^2 \cdot r^2} \right) \\ &= \left(\frac{(3 + b^3 + b^2 - 5 \cdot b + b^2 \cdot n + 2 \cdot b \cdot n - 3 \cdot n)}{(d - b)^2 \cdot (d \cdot (n - 1) + b)^2 \cdot r^2} \right) \\ &= \left(\frac{(3 + b^3 + b^2 - 5 \cdot b + (b^2 + 2 \cdot b - 3) \cdot n)}{(d - b)^2 \cdot (d \cdot (n - 1) + b)^2 \cdot r^2} \right) > 0 \end{aligned}$$

$$X^2 - Y^2 > 0$$

$$n = 1 \rightarrow \Delta_{(1)} = X < 0$$

$$n = 2 \rightarrow \Delta_{(2)} = X^2 - Y^2 > 0$$

$$n = 3 \rightarrow \Delta_{(3)} = \Delta_{(1)} \cdot \Delta_{(2)} \cdot \frac{X^2 - (n - 1) \cdot Y^2 + (n - 2) \cdot X \cdot Y}{X + (n - 2) \cdot Y}$$

< 0 olduğunu gösterelim.

$$\lim_{d, \ddot{\varphi}_K^R, \varphi_K^M \rightarrow 0} (X) = 0$$

$$\lim_{d, \ddot{\varphi}_K^R, \varphi_K^M \rightarrow 0} (Y) = \left(\frac{d \cdot \ddot{\varphi}_K^M \cdot \left(\frac{(d^2 \cdot n^2 - d \cdot (13 \cdot d - B) \cdot n + 37 \cdot d^2 - 2 \cdot B \cdot d + B^2) \cdot \ddot{\varphi}_K^R}{-d^2 \cdot n^2 + d \cdot (11 \cdot d + B) \cdot n - 35 \cdot d^2 - 2 \cdot B \cdot d + B^2} \right)}{2 \cdot (d - B)^2 \cdot (d \cdot (n - 1) + B)^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R{}^2} \right) = 0$$

$$\lim_{d, \varphi_K^R, \varphi_K^M \rightarrow 1} (X) = \left(\frac{-2 \cdot (4+B)}{-2 \cdot (n-1) + 2 \cdot B \cdot (n-2) + 2 \cdot B^2} \right)$$

$$\lim_{d, \varphi_K^R, \varphi_K^M \rightarrow 1} (Y) = \left(\frac{+2 \cdot B \cdot n - 2 \cdot n + 2 \cdot B^2 - 4 \cdot B + 2}{(2-2 \cdot B)^2 \cdot (n-1+B)^2} \right)$$

$$\left(\frac{X^2 - (n-1) \cdot Y^2 + (n-2) \cdot X \cdot Y}{X + (n-2) \cdot Y} \right) = \left(\frac{\left(\frac{(2 \cdot B+9) \cdot (n-2 \cdot B-9)}{4 \cdot (B-1)^2 \cdot (n+B-1)^2} \right)}{\left(\frac{n-2 \cdot B-10}{2 \cdot (B-1) \cdot (n+B-1)} \right)} \right) = \left(- \frac{(2 \cdot B+9) \cdot (n-2 \cdot B-9)}{2 \cdot (B-1) \cdot (n+B-1) \cdot (n-2 \cdot B-10)} \right)$$

$$\left(- \frac{(2 \cdot B+9) \cdot (n-2 \cdot B-9)}{2 \cdot (B-1) \cdot (n+B-1) \cdot (n-2 \cdot B-10)} \right) = \left(- \frac{(+) \cdot (n-2 \cdot B-9)}{(+) \cdot (n+B-1) \cdot (n-2 \cdot B-10)} \right)$$

$$(n - 2 \cdot B - 9) < 0$$

$$(n + B - 1) \cdot (n - 2 \cdot B - 10) \text{ Bu durumda } (n - 2 \cdot B - 10) < 0 \text{ olmalıdır.}$$

$$(n - 2 \cdot B - 9) > 0$$

$$(n + B - 1) \cdot (n - 2 \cdot B - 10) \text{ Bu durumda } (n - 2 \cdot B - 10) > 0 \text{ olmalıdır.}$$

$$9 < (n - 2 \cdot B - 10) < 10$$

Olması durumunda ters işaretli olurlar ki bu n ve B tam sayı olduğundan mümkün değildir.

İki durumda da

$$\left(\frac{X^2 - (n-1) \cdot Y^2 + (n-2) \cdot X \cdot Y}{X + (n-2) \cdot Y} \right) < 0$$

$$\begin{aligned} n = 4 \rightarrow \Delta_{(4)} &= \Delta_{(1)} \cdot \Delta_{(2)} \cdot \Delta_{(3)} \cdot \frac{X^2 - (n-1) \cdot Y^2 + (n-2) \cdot X \cdot Y}{X + (n-2) \cdot Y} \\ &= (-) \cdot (+) \cdot (-) \cdot (-) = (+) > 0 \end{aligned}$$

$$\Delta_1 = -1, \quad \Delta_2 = 1, \quad \Delta_3 = -1, \dots, (-1)^k \Delta_k > 0$$

H'nın k. mertebe asal minörü $(-1)^k$ ile aynı işaretli olup H matrisi negatif belirli ve kesin konkavdır.

Böylece, Tanım 1.2'ye göre denklem (4.12)'de verilen $\ddot{\Pi}_K^M$ Üreticinin toplam kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde kesin konkav olduğunu ve maksimum değerini $P_K^{\ddot{M}_l}$ 'de aldığını ispatlanabilir.

$$\begin{aligned}
\ddot{\Pi}_K^{\ddot{M}_l} &= \sum_{i=1}^n \ddot{P}_K^{\ddot{M}_l} \cdot \varphi^M \cdot \ddot{q}_K^{\ddot{R}^i} + a_i \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}}) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}} \cdot \ddot{q}_K^{\ddot{R}^i} - \left(\frac{c^M + \ddot{P}_K^{\ddot{S}}}{\alpha_1} \right) \cdot \ddot{q}_K^{\ddot{R}^i} \\
&+ \sum_{i=1}^n -B \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}}) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}} \cdot \ddot{q}_K^{\ddot{R}^i} \cdot \ddot{q}_K^{\ddot{R}^i} - d \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}}) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}} \cdot \ddot{q}_K^{\ddot{R}^i} \cdot \sum_{i \neq j} \ddot{q}_K^{\ddot{R}^j} \quad (4.12a)
\end{aligned}$$

Denklem (4.11)'de bulduğumuz $\ddot{q}_K^{\ddot{R}^i}$ 'yi denklem (4.12a)'da yerine koyarsak denklem (4.12b) bulunabilir.

$$\begin{aligned}
\zeta &= \left((B + 4 \cdot d) \cdot (a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} - c^{\ddot{R}^i} - \ddot{P}_K^{\ddot{M}_l}) - d \cdot \sum_{i \neq j} (a_j \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} - c^{\ddot{R}^j} - \ddot{P}_K^{\ddot{M}_j}) \right) \\
\ddot{\Pi}_K^{\ddot{M}_l} &= \left((\ddot{P}_K^{\ddot{M}_l} \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}}) + (a_i \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}}) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}}) - \left(\frac{c^M + \ddot{P}_K^{\ddot{S}}}{\alpha_1} \right) \right) \cdot \Omega_1 \cdot \zeta \\
&- \sum_{i=1}^n (B \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}}) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}}) \cdot \Omega_1^2 \cdot \zeta \cdot \zeta \\
&- \sum_{i=1}^n (d \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}}) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}}) \cdot \Omega_1^2 \cdot \zeta \cdot \sum_{i \neq j} \zeta \quad (4.12b)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \ddot{\Pi}_K^{\ddot{M}_l}}{\partial \ddot{P}_K^{\ddot{M}_l}} &= - \frac{\left((d^3 \cdot n^2 - d \cdot (d+2 \cdot B) \cdot (3 \cdot d+B) \cdot n + 2 \cdot d^3 + 31 \cdot B \cdot d^2 + 4 \cdot B^2 \cdot d - B^3) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}} \right) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}}}{2 \cdot (d-B)^2 \cdot (d \cdot (n-1) + B)^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}^2}} \cdot (\ddot{P}_K^{\ddot{M}_l}) \\
&- \frac{(d^3 \cdot n^2 + d^2 \cdot (11 \cdot d+B) \cdot n - 10 \cdot d^3 - 17 \cdot B \cdot d^2 - 8 \cdot B^2 \cdot d - B^3) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}}}{2 \cdot (d-B)^2 \cdot (d \cdot (n-1) + B)^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}^2}} \cdot (\ddot{P}_K^{\ddot{M}_l}) \\
&+ \frac{d \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}} \cdot ((d^2 \cdot n^2 - d \cdot (13 \cdot d+B) \cdot n + 37 \cdot d^2 - 2 \cdot B \cdot d + B^2) \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}})}{2 \cdot (d-B)^2 \cdot (d \cdot (n-1) + B)^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}^2}} \cdot \sum_{j \neq i}^n (\ddot{P}_K^{\ddot{M}_j}) \\
&+ \frac{d \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}} \cdot (-d^2 \cdot n^2 + d \cdot (11 \cdot d+B) \cdot n - 35 \cdot d^2 - 2 \cdot B \cdot d + B^2)}{2 \cdot (d-B)^2 \cdot (d \cdot (n-1) + B)^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}^2}} \cdot \sum_{j \neq i}^n (\ddot{P}_K^{\ddot{M}_j}) \\
&- (B + 4 \cdot d) \cdot (\ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}}) \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}}) \cdot \Omega_1 \cdot (a_i) + (d) \cdot (\ddot{\varphi}_K^{\ddot{M}}) \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^{\ddot{R}}) \cdot \Omega_1 \cdot \sum_{j \neq i}^n (a_j)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& - \frac{\ddot{\varphi}_K^M \cdot (d \cdot (n-6) \cdot (d^2 \cdot n - d^2 - 4 \cdot B \cdot d - B^2) \cdot \ddot{\varphi}_K^R)}{2 \cdot (d-B)^2 \cdot (d \cdot (n-1) + B)^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R{}^2} \cdot (a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c_i^R) \\
& + \frac{\ddot{\varphi}_K^M \cdot (d^3 \cdot n^2 + d^2 \cdot (11 \cdot d + B) \cdot n - 10 \cdot d^3 - 17 \cdot B \cdot d^2 - 8 \cdot B^2 \cdot d - B^3)}{2 \cdot (d-B)^2 \cdot (d \cdot (n-1) + B)^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R{}^2} \cdot (a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c_i^R) \\
& - \frac{d \cdot \ddot{\varphi}_K^M \cdot (d^2 \cdot (n-6)^2 \cdot r - d^2 \cdot n^2 + d \cdot (11 \cdot d + B) \cdot n - 35 \cdot d^2 - 2 \cdot B \cdot d + B^2)}{2 \cdot (d-B)^2 \cdot (d \cdot (n-1) + B)^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R{}^2} \cdot \sum_{j \neq i}^n (a_j \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c_j^R) \\
& + (B + 4 \cdot d - d \cdot (n-1)) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) \cdot \Omega_1 \cdot (c^M + \ddot{P}_K^S)
\end{aligned}$$

$$\frac{\partial \Pi_K^{M_l}}{\partial P_K^{M_l}} = 0 \text{ ise,}$$

$$\begin{aligned}
\beta_1 &= - \frac{2(d-B)(d(n-1)+B) \cdot \ddot{\varphi}_K^R{}^2 \cdot (d^3 n^3 - d^2(14d-B)n^2 + d(4d-B)(15d+B)n - 72d^3 + 35Bd^2 + 2B^2d - B^3) \cdot \ddot{\varphi}_K^R}{(5d+B) \cdot \ddot{\varphi}_K^M \cdot (d(n-5)-B) \left(d \left((n-7) \cdot \ddot{\varphi}_K^R - n + 5 \right) + B \left(\ddot{\varphi}_K^R + 1 \right) \right) \left(d \left((2n-7) \cdot \ddot{\varphi}_K^R + 5 \right) + B \left(\ddot{\varphi}_K^R + 1 \right) \right)} \\
& + \frac{2(d-B)(d(n-1)+B) \cdot \ddot{\varphi}_K^R{}^2 \cdot (d^3 n^3 + d^2(12d+B)n^2 - d(46d^2 + 3Bd - B^2)n + 60d^3 - 13Bd^2 - 10B^2d - B^3)}{(5d+B) \cdot \ddot{\varphi}_K^M \cdot (d(n-5)-B) \left(d \left((n-7) \cdot \ddot{\varphi}_K^R - n + 5 \right) + B \left(\ddot{\varphi}_K^R + 1 \right) \right) \left(d \left((2n-7) \cdot \ddot{\varphi}_K^R + 5 \right) + B \left(\ddot{\varphi}_K^R + 1 \right) \right)} \\
\beta_2 &= - \frac{2d(d-B)(d(n-1)+B) \cdot \ddot{\varphi}_K^R{}^2 \cdot (d^2 n^2 - d(13d-B)n + 37d^2 - 2Bd + B^2) \cdot \ddot{\varphi}_K^R - d^2 n^2 + d(11d+B)n - 35d^2 - 2Bd + B^2}{(5d+B) \cdot \ddot{\varphi}_K^M \cdot (d(n-5)-B) \left(d \left((n-7) \cdot \ddot{\varphi}_K^R - n + 5 \right) + B \left(\ddot{\varphi}_K^R + 1 \right) \right) \left(d \left((2n-7) \cdot \ddot{\varphi}_K^R + 5 \right) + B \left(\ddot{\varphi}_K^R + 1 \right) \right)} \\
\Omega_2 &= - \frac{(B+4d) \cdot \ddot{\varphi}_K^M \cdot (\ddot{\varphi}_K^R - 1)}{2(d-B)(d(n-1)+B) \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \\
\Omega_3 &= \frac{d \cdot \ddot{\varphi}_K^M \cdot (\ddot{\varphi}_K^R - 1)}{2(d-b)(d \cdot (n-1) + B) \cdot \ddot{\varphi}_K^R} \\
\Omega_4 &= - \frac{\ddot{\varphi}_K^M \cdot (d(n-6)(d^2 n - d^2 - 4Bd - B^2) \cdot \ddot{\varphi}_K^R - d^3 n^2 + d^2(11d+B)n - 10d^3 - 17Bd^2 - 8B^2d - B^3)}{2(d-B)^2(d(n-1)+B)^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R{}^2} \\
\Omega_5 &= - \frac{d \cdot \ddot{\varphi}_K^M \cdot (d^2(n-6)^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R - d^2 n^2 + d(11 \cdot d + B)n - 35d^2 - 2Bd + B^2)}{2(d-B)^2(d \cdot (n-1) + B)^2 \cdot \ddot{\varphi}_K^R{}^2} \\
\Omega_6 &= \frac{d(n-5) - B}{2(d-B) \cdot \alpha_1 \cdot (d(n-1) + B) \cdot \ddot{\varphi}_K^R}
\end{aligned}$$

Dersek

$$\begin{aligned}
\ddot{P}_K^{\ddot{M}_l} = & \beta_1 \cdot \left(\Omega_2 \cdot a_i + \Omega_3 \cdot \sum_{j \neq i}^n a_j + \Omega_4 \cdot (a_i \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c_i^R) \right. \\
& \left. + \Omega_5 \cdot \sum_{j \neq i}^n (a_j \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c_j^R) + \Omega_6 \cdot c^M + \Omega_6 \cdot \ddot{P}_K^S \right) \\
& + \beta_2 \cdot \sum_{j \neq i}^n \left(\Omega_2 \cdot a_j + \Omega_3 \cdot \sum_{k \neq j}^n a_k + \Omega_4 \cdot (a_j \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c_j^R) \right. \\
& \left. + \Omega_5 \cdot \sum_{k \neq j}^n (a_k \cdot \ddot{\varphi}_K^R - c_k^R) + \Omega_6 \cdot c^M + \Omega_6 \cdot \ddot{P}_K^S \right) \quad (4.13)
\end{aligned}$$

Denklem (4.15) ile bulunan $\ddot{P}_K^S$ denklem (4.13)'de yerine konularak $\ddot{P}_K^{\ddot{M}_l}$ bulunabilir.

Aynı şekilde tedarikçinin fiyat $\ddot{P}_K^S$, gelir, gider ve kar fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\begin{aligned}
\ddot{R}_K^S &= \sum_{i=1}^n \left(\ddot{P}_K^{\ddot{M}_l} \cdot \ddot{q}_K^{R^i} + \left(\left(\left(a_i - B \cdot \ddot{q}_K^{R^i} - d \sum_{j \neq i} \ddot{q}_K^{R^j} \right) \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \right) \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^R) \right) \right) \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^M) \\
&+ \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \cdot \ddot{P}_K^S \\
\ddot{G}_K^S &= \sum_{i=1}^n \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \\
\ddot{\Pi}_K^S &= \ddot{R}_K^S - \ddot{G}_K^S \\
\ddot{\Pi}_K^S &= \sum_{i=1}^n \left(\left(\left(\ddot{P}_K^{\ddot{M}_l} \cdot \ddot{q}_K^{R^i} + \left(\left(\left(a_i - B \cdot \ddot{q}_K^{R^i} - d \sum_{j \neq i} \ddot{q}_K^{R^j} \right) \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \right) \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^R) \right) \right) \cdot (1 - \ddot{\varphi}_K^M) \right) \right. \\
&+ \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \ddot{P}_K^S \cdot \ddot{q}_K^{R^i} - \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot \ddot{q}_K^{R^i} \quad (4.14)
\end{aligned}$$

Önerme 4.7.

Denklem (4.14)'de verilen $\ddot{\Pi}_K^S$ tedarikçinin toplam kar fonksiyonunun maksimum değerini $\ddot{P}_K^S$ aşağıdaki eşitlikte almaktadır.

$$\begin{aligned}
& \left(-\frac{2 \cdot (d \cdot (n+3) + B) \cdot \Omega_1}{\alpha_1} \right) \cdot \ddot{P}_K^S \cdot \sum_{i=1}^n R_i \\
& + 2 \cdot (\varphi^M - 1) \cdot \Omega_1 \cdot ((14 \cdot d^3 - 14 \cdot B \cdot d^2 - 8 \cdot B^2 \cdot d - B^3) \cdot (\varphi^R - 1) \cdot \Omega_1 + B + 4 \cdot d) \cdot \ddot{P}_K^S \cdot \sum_{i=1}^n R_i^2 \\
& - 2 \cdot d \cdot (\varphi^M - 1) \cdot \Omega_1 \cdot ((11 \cdot d^2 + 15 \cdot B \cdot d + 3 \cdot B^2) \cdot (\varphi^R - 1) \cdot \Omega_1 - 1) \cdot \ddot{P}_K^S \cdot \sum_{i=1}^n R_i \cdot \sum_{j=1}^n R_j \\
& = \\
& + \left(\frac{c^S}{\alpha_1 \alpha_2} \right) \cdot \Omega_1 \cdot \sum_{i=1}^n (R_i) \cdot (B + 4 \cdot d) - d \cdot \sum_{i=j}^n (R_j) - (1 - \varphi^M) \cdot \Omega_1 \cdot \sum_{i=1}^n (T_i) \cdot (R_i) \cdot (B + 4 \cdot d) - d \cdot \sum_{i=j}^n (R_j) \\
& - (1 - \varphi^R) \cdot (1 - \varphi^M) \cdot \Omega_1 \cdot \sum_{i=1}^n (a_i) \cdot (R_i) \cdot (B + 4 \cdot d) - d \cdot \sum_{i=j}^n (R_j) \\
& + \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \Omega_1 \cdot \sum_{i=1}^n (B + 4 \cdot d) \cdot (a_i \cdot \varphi^R - c_i^R - T_i) - d \cdot \sum_{i=j}^n (a_j \cdot \varphi^R - c_j^R - T_j) \\
& + (1 - \varphi^M) \cdot \Omega_1 \cdot \sum_{i=1}^n (R_i) \cdot (B + 4 \cdot d) \cdot (a_i \cdot \varphi^R - c_i^R - T_i) - (R_i) \cdot d \cdot \sum_{i=j}^n (a_j \cdot \varphi^R - c_j^R - T_j) \\
& - 2 \cdot (14 \cdot d^3 - 14 \cdot B \cdot d^2 - 8 \cdot B^2 \cdot d - B^3) \cdot (\varphi^M - 1) \cdot (\varphi^R - 1) \cdot \Omega_1^2 \cdot \sum_{i=1}^n (R_i) \cdot (a_i \cdot \varphi^R - c_i^R - T_i) \\
& 2 \cdot d \cdot (11 \cdot d^2 + 15 \cdot B \cdot d + 3 \cdot B^2) \cdot (\varphi^M - 1) \cdot (\varphi^R - 1) \cdot \Omega_1^2 \cdot \sum_{i=1}^n (a_i \cdot \varphi^R - c_i^R - T_i) \cdot \sum_{j=1}^n (R_j) \quad (4.15)
\end{aligned}$$

İspat 4.7.

$$\begin{aligned}
& \frac{\ddot{\Pi}_K^S}{d \ddot{P}_K^S} = \left(\frac{2 \cdot (d \cdot (n+3) + B) \cdot \Omega_1}{\alpha_1} \right) \cdot \sum_{i=1}^n R_i \\
& - 2 \cdot (\varphi^M - 1) \cdot \Omega_1 \cdot ((14 \cdot d^3 - 14 \cdot B \cdot d^2 - 8 \cdot B^2 \cdot d - B^3) \cdot (\varphi^R - 1) \cdot \Omega_1 + B + 4 \cdot d) \cdot \sum_{i=1}^n R_i^2 \\
& + 2 \cdot d \cdot (\varphi^M - 1) \cdot \Omega_1 \cdot ((11 \cdot d^2 + 15 \cdot B \cdot d + 3 \cdot B^2) \cdot (\varphi^R - 1) \cdot \Omega_1 - 1) \cdot \sum_{i=1}^n R_i \cdot \sum_{j=1}^n R_j < 0
\end{aligned}$$

Böylece, tanım 1.1'ye göre denklem (4.14)'de verilen $\ddot{\Pi}_K^S$ Üreticinin toplam kar fonksiyonunun $\mathbb{R}$ üzerinde konkav olduğunu ve maksimum değerini $\ddot{P}_K^S$ 'de aldığını ispatlanabilir.

$$\iota_i = - \frac{2(d-B)(d(n-1)+B) \cdot \varphi^{R^2} \cdot \left(\begin{aligned} &(d^3 n^3 - d^2(14d-B)n^2 + d(4d-B)(15d+B)n - 72d^3 + 35Bd^2 + 2B^2d - B^3) \cdot \varphi^R \\ &- d^3 n^3 + d^2(12d+B)n^2 - d(46d^2 + 3Bd - B^2)n + 60d^3 - 13Bd^2 - 10B^2d - B^3 \end{aligned} \right)}{(5d+B) \cdot \varphi^M \cdot (d(n-5)-B) \left(d((n-7) \cdot \varphi^R - n + 5) + B(\varphi^R + 1) \right) \left(d((2n-7) \cdot \varphi^R + 5) + B(\varphi^R + 1) \right)}$$

$$\iota_j = \frac{2d(d-B)(d(n-1)+B) \cdot \varphi^{R^2} \cdot \left(\begin{aligned} &(d^2 n^2 - d(13d-B)n + 37d^2 - 2Bd + B^2) \cdot \varphi^R \\ &- d^2 n^2 + d(11d+B)n - 35d^2 - 2Bd - B^2 \end{aligned} \right)}{(5d+B) \cdot \varphi^M \cdot (d(n-5)-B) \left(d((n-7) \cdot \varphi^R - n + 5) + B(\varphi^R + 1) \right) \left(d((2n-7) \cdot \varphi^R + 5) + B(\varphi^R + 1) \right)}$$

$$R_i = \left((B + 4 \cdot d - d \cdot (n-1)) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \Omega_1 \right) \cdot (\iota_i + \sum_{i=j}^n \iota_j)$$

$$R_j = \left((B + 4 \cdot d - d \cdot (n-1)) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \Omega_1 \right) \cdot (\iota_j + \sum_{j=k}^n \iota_k)$$

$$T_i = -(B + 4 \cdot d) \cdot (\varphi^M) \cdot (1 - \varphi^R) \cdot \Omega_1 \cdot (a_i) + (d) \cdot (\varphi^M) \cdot (1 - \varphi^R) \cdot \Omega_1 \cdot \sum_{j \neq i}^n (a_j)$$

$$+ (B + 4 \cdot d - d \cdot (n-1)) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} \right) \cdot \Omega_1 \cdot c^M - 4Bd^2 \varphi^M (n-1)(1 - \varphi^R) \Omega_1^2$$

$$+ d^3 \varphi^M \left(-(6 - 2(n-3))(n-1) - 8(n-1) \right) (1 - \varphi^R) \Omega_1^2 \cdot (a_i \cdot \varphi^R - c_i^R)$$

$$+ Bd^2 \varphi^M (2(n-1) + 32)(1 - \varphi^R) \Omega_1^2 + 16B^2 d \varphi^M (1 - \varphi^R) \Omega_1^2$$

$$+ 2B^3 \varphi^M (1 - \varphi^R) \Omega_1^2 + (4d + B) \varphi^M \Omega_1 \cdot (a_i \cdot \varphi^R - c_i^R)$$

$$- d \cdot \varphi^M \cdot \Omega_1 \cdot (2(d^2 n^2 - 11d^2 n - Bdn + 35d^2 + 2Bd - B^2)(1 - \varphi^R) \Omega_1 + 1) \sum_{j \neq i}^n (a_j \cdot \varphi^R - c_j^R)$$

$$\begin{aligned}
T_j = & -(B + 4 \cdot d) \cdot (\varphi^M) \cdot (1 - \varphi^R) \cdot \Omega_1 \cdot (a_j) + (d) \cdot (\varphi^M) \cdot (1 - \varphi^R) \cdot \Omega_1 \cdot \sum_{k \neq j}^n (a_k) \\
& + (B + 4 \cdot d - d \cdot (n - 1)) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1}\right) \cdot \Omega_1 \cdot c^M - 4Bd^2 \varphi^M (n - 1)(1 - \varphi^R) \Omega_1^2 \\
& + d^3 \varphi^M \left(-(6 - 2(n - 3))(n - 1) - 8(n - 1) \right) (1 - \varphi^R) \Omega_1^2 \cdot (a_j \cdot \varphi^R - c_j^R) \\
& + Bd^2 \varphi^M (2(n - 1) + 32)(1 - \varphi^R) \Omega_1^2 + 16B^2 d \varphi^M (1 - \varphi^R) \Omega_1^2 \\
& + 2B^3 \varphi^M (1 - \varphi^R) \Omega_1^2 + (4d + B) \varphi^M \Omega_1 \cdot (a_j \cdot \varphi^R - c_j^R) \\
& - d \cdot \varphi^M \cdot \Omega_1 \cdot (2(d^2 n^2 - 11d^2 n - Bdn + 35d^2 + 2Bd - B^2)(1 - \varphi^R) \Omega_1 + 1) \sum_{k \neq j}^n (a_k \cdot \varphi^R - c_k^R)
\end{aligned}$$

Dersek

$$\frac{d\ddot{\Pi}_K^S}{d\ddot{P}_K^S} = 0$$

İse denklem (4.15) kullanılarak $\ddot{P}_K^S$ bulunabilir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

NÜMERİK ANALİZ

Bu bölümde, daha önce 2., 3. ve 4. bölümlerde detaylandırdığımız, yapısal olarak farklı özelliklere sahip olan üç aşamalı tedarik zincirlerinin performans analizlerini gerçekleştireceğiz. İncelenecek olan bu tedarik zincirleri; merkezi, merkez kaç ve merkez kaç kontratlı yapılarını içermektedir. Analiz sürecinde, her bir yapısal modelin performansını, benzer veri setleri kullanarak değerlendireceğiz. Bu değerlendirme, her bir modelin verimliliği, maliyet etkinliği ve aksama ve talebinin ikame edilebilirlik katsayısı açısından karşılaştırmalı bir bakış sunacaktır. Ayrıca, bu farklı tedarik zinciri yapılarının karşılaştırmalı analizi, belirli senaryolarda hangi yapısal düzenlemelerin daha avantajlı olduğunu ortaya koyacak ve tedarik zinciri yönetimi alanında stratejik karar verme süreçlerine katkıda bulunacaktır. Bu kapsamlı analiz, aynı zamanda tedarik zinciri yönetimindeki çeşitli yaklaşımların uygulanabilirliğini ve etkinliğini anlamamıza yardımcı olacak, böylece teorik modellerin pratikteki uygulamalarını daha iyi anlayabileceğiz. Bu değerlendirme, tedarik zinciri yönetiminin karmaşık doğasını ve çeşitli yapısal düzenlemelerin bu karmaşıklık içinde nasıl işlediğini daha derinlemesine anlamamızı sağlayacaktır.

5.1. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-1 Rekabetsiz Model Nümerik Analiz

Bu bölümde, 2. bölümde odaklandığımız, bir tedarikçi, bir üretici ve bir perakendeci içeren üç aşamalı tedarik zincirimizin ayrıntılı analizini gerçekleştireceğiz. Tedarik zinciri parametrelerini önceden belirlediğimiz veri setleri üzerinden yürüteceğimiz bu analiz, tedarik zincirinin her bir aşamasının işleyişi ve etkileşimleri üzerine derinlemesine bir bakış sağlayacak. Bu süreçte, tedarik zincirinin her bir bileşeninin performansını, maliyet yapılarını, talep miktarlarını kapsamlı bir şekilde inceleyeceğiz.

Veri Seti Parametreleri

$a = 1000$	$B = 15$	$\alpha_1 = 1$
$c^R = 9$	$c^M = 2$	$\alpha_2 = 1$
	$c^S = 25$	

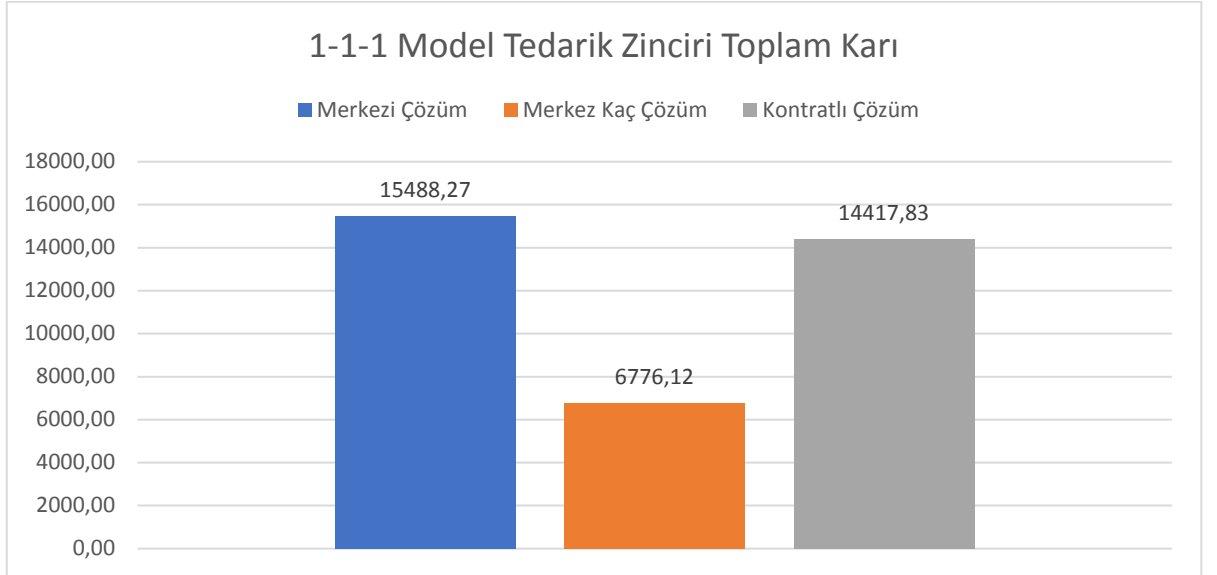
Oyuncular arasında aksamanın olmadığını düşündüğümüz bu senaryoda

$$\Pi_C^{SC} = 15.488,27$$

$$\Pi_D^{SC} = 6.776,12$$

$$\Pi_K^{SC} = 14.417,83 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Şekil 7, tedarik zinciri yönetimindeki en etkili çözüm olarak kabul edilen merkezi çözüme, kontrat uygulaması ile nasıl yaklaşıldığını görsel olarak sergilemektedir. Bu görsel analiz, gelir paylaşımı kontratının tedarik zinciri toplam karını artırıcı etkisini ve bu yöntemin tedarik zincirini nasıl daha iyi koordine ettiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, tedarik zinciri yönetimi literatüründe önemli bir yere sahiptir, çünkü gelir paylaşımı kontratlarının tedarik zinciri performansına olan olumlu katkısını ve koordinasyonu nasıl iyileştirdiğini gösterir.

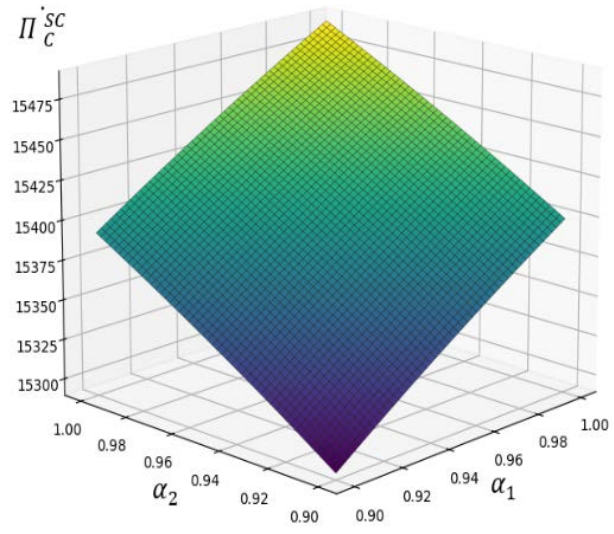


Şekil 7. 1-1-1 Model Tedarik Zinciri Toplam Karı

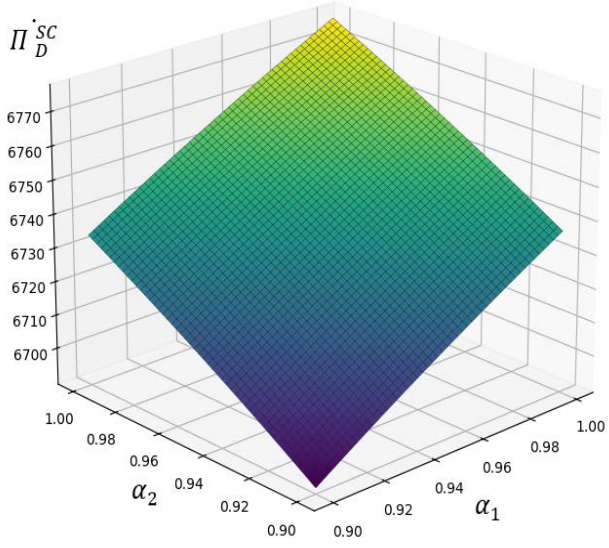
Tablo 3'deki veri seti, tedarik zincirinin aksama altında olduğu durumları yansıtmaktadır ve bu bağlamda farklı çözüm senaryolarının etkinliğini değerlendirmemizi sağlar. Analizimiz, merkezi çözümün bu koşullar altında en etkili çözüm olduğunu göstermektedir. İkinci olarak, kontratlı merkez kaç çözümü, en kötü performansı sergileyen kontratsız merkez kaç çözümünden önemli ölçüde daha iyi bir alternatif sunmaktadır. Özellikle, kontratlı çözümün uygulanması, tedarik zincirinin performansını, en düşük seviye olan kontratsız merkez kaç çözümünden kurtararak, en üstün performans gösteren merkezi çözüme yaklaştırmaktadır.

Bu bulgular, her üç senaryonun aksama altında olduğu durumlarda geçerlidir. Gelir paylaşımı kontratlarının uygulanması, tedarik zinciri koordinasyonunu artırarak ve toplam karı maksimize ederek, tedarik zincirinin performansını optimize etmekte büyük rol oynamaktadır. Bu, tedarik zinciri yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi ve kriz durumlarında etkili çözümler sunulması açısından önemli bir bulgudur. Tedarik zinciri bileşenleri arasındaki etkileşimin ve bu etkileşimin tedarik zinciri performansı üzerindeki etkilerinin derinlemesine incelenmesi, bu alanda stratejik karar verme süreçlerine önemli katkılar sunacaktır.

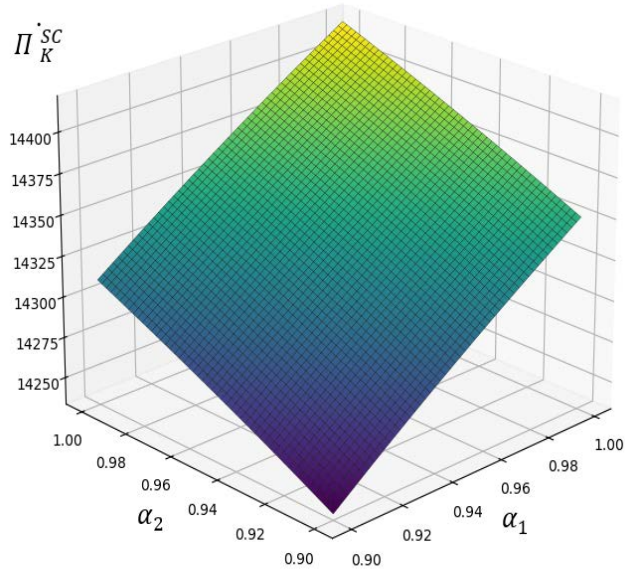
Şekil 8, 9 ve 10'da sunulan analiz, tedarik zincirinin toplam karının, aksama katsayıları α_1 ve α_1 'ye göre nasıl değiştiğini göstermektedir. Bu analiz, her bir kısımda tedarik zinciri senaryolarının- merkezi çözüm, merkez kaç çözüm ve kontratlı merkez kaç çözüm- aksama katsayılarına bağlı kar değişimlerini inceler. Azalan aksama katsayılarıyla paralel olarak, toplam karın da azaldığı görülmektedir. Bu sonuçlar, tedarik zinciri performansının, operasyonel aksaklıklar ve pazar değişiklikleri gibi faktörlere ne kadar hassas olduğunu ortaya koymakta ve tedarik zinciri yönetiminde karar verme süreçlerini destekleyici değerli bilgiler sunmaktadır. Her bir kısımdaki bu değişimler, tedarik zincirinin farklı senaryolara adaptasyonunu ve bu adaptasyonun finansal sonuçlarını anlamak için kritik önem taşımaktadır.



Şekil 8. Merkezi Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı



Şekil 9. Merkez Kaç Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı



Şekil 10. Merkez Kaç Kontratlı Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı

Tablo 4'te, aksam katsayıları α_1 ve α_2 'ye göre tedarik zinciri oyuncularının karlarının nasıl değiştiği, tedarik zinciri senaryoları- merkezi çözüm, merkez kaç çözüm ve kontratlı merkez kaç çözüm- bağlamında sunulmuştur. Analiz, α_1 ve α_2 katsayılarının azalmasıyla birlikte tedarik zinciri bozulmalarının arttığını göstermektedir. Beklenen şekilde, α_1 katsayısının etkisi, α_2 'ye göre daha belirgindir. Bu durum, α_1 'in perakendeciden üreticiye doğru olan aksamayı ifade etmesi ve bu aksamaların üreticiden tedarikçiye de aktarılması ile açıklanabilir.

Tedarik zinciri toplam karlarının azalmasıyla paralel olarak, perakendeci, üretici ve tedarikçi için de aksam katsayıları azaldıkça karlılık azalmaktadır. Dikkat çekici bir şekilde, α_2 katsayısındaki azalmanın perakendecinin karı üzerindeki etkisi, α_1 'e kıyasla daha azdır. Bu durum, α_1 'in doğrudan perakendeci aşamasındaki bozulmayı, α_2 'nin ise perakendeciden sonraki aşamalarda meydana gelen aksamayı temsil etmesinden kaynaklanmaktadır.

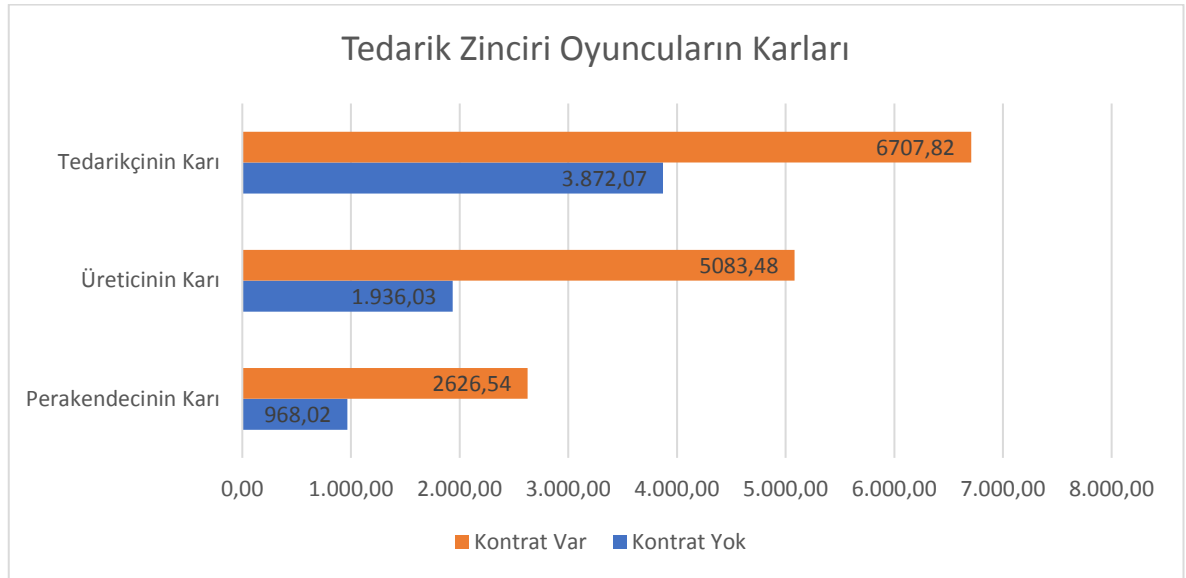
Bu analiz, tedarik zinciri oyuncularının karlılığının, aksam katsayılarına bağlı olarak nasıl farklı şekilde etkilendiğini göstermektedir. Özellikle, α_1 ve α_2 arasındaki bu farklı etkileşim, tedarik zinciri yönetiminde stratejik planlama ve risk yönetimi açısından önemli içgörüler sunmaktadır. Bu tür detaylı analizler, tedarik zinciri

performansının hassas yapısını anlamak ve bu yapının farklı senaryolara nasıl tepki verdiğini öngörmek için kritik önem taşımaktadır.

Tablo 4'te belirtilen parametre değerleri altında, Şekil 11, tedarik zincirindeki oyuncuların karlılık durumlarını sergilemektedir. Bu parametreler çerçevesinde geliştirilen gelir paylaşımı modeli, tedarik zincirinin tüm katılımcıları için Pareto optimalliğini sağlamaktadır. Bu durum, modelin tedarik zincirindeki her bir oyuncunun durumunu iyileştirdiği, ancak hiçbir oyuncunun durumunu iyileştirirken diğerinin durumunu kötüleştirmede olduğu anlamına gelir. Bu bulgular, tedarik zinciri yönetimindeki gelir paylaşımı modellerinin, tüm oyuncuların karlılığını artırabileceği ve toplam sistemin verimliliğini optimize edebileceği şekilde tasarlanabileceğini göstermektedir. Şekil 11'deki analiz, tedarik zinciri içerisindeki paydaşlar arasında kazan-kazan durumlar yaratabilen stratejilerin uygulanabilirliğini ve bu stratejilerin tedarik zinciri performansına olan olumlu etkilerini ortaya koymaktadır. Bu tür Pareto optimal çözümler, tedarik zinciri yönetiminde iş birliğini ve karşılıklı faydayı teşvik eden önemli yaklaşımlar olarak kabul edilmektedir.

Veri Seti Parametreleri

$a = 1000$	$B = 15$	$\alpha_1 = 1$	$\varphi_K^R = 0,3121$
$c^R = 9$	$c^M = 2$	$c^S = 25$	$\varphi_K^M = 0,4604$



Şekil 11. Tedarik Zinciri Oyuncularının Karlılıkları

5.2. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetsiz Model Nümerik Analiz

Bu bölümde, 3. bölümde odaklandığımız, bir tedarikçi, bir üretici ve N adet perakendeci içeren üç aşamalı tedarik zincirimizin ayrıntılı analizini gerçekleştireceğiz. Tedarik zinciri parametrelerini önceden belirlediğimiz veri setleri üzerinden yürüteceğimiz bu analiz, tedarik zincirinin her bir aşamasının işleyişi ve etkileşimleri üzerine derinlemesine bir bakış sağlayacak. Bu süreçte, tedarik zincirinin her bir bileşeninin performansını, maliyet yapılarını, talep miktarlarını kapsamlı bir şekilde inceleyeceğiz.

Veri Seti Parametreleri

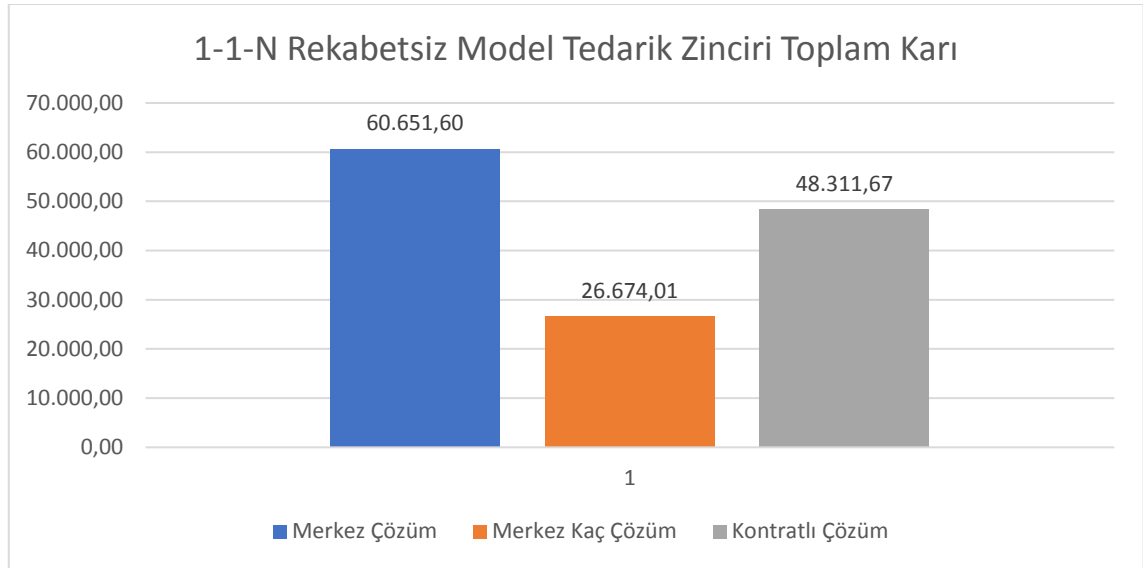
$a_1 = 1.000$	$c^{R^1} = 9$	$B = 15$	$\alpha_1 = 1$
$a_2 = 1.200$	$c^{R^2} = 7$	$c^M = 2$	$\alpha_2 = 1$
$a_3 = 1.200$	$c^{R^3} = 11$	$c^S = 25$	

Oyuncular arasında aksamanın olmadığını düşündüğümüz bu senaryoda

$$\Pi_c^{SC} = 60.651,60$$

$$\Pi_D^{SC} = 26.674,01$$

$$\Pi_K^{SC} = 48.311,67 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

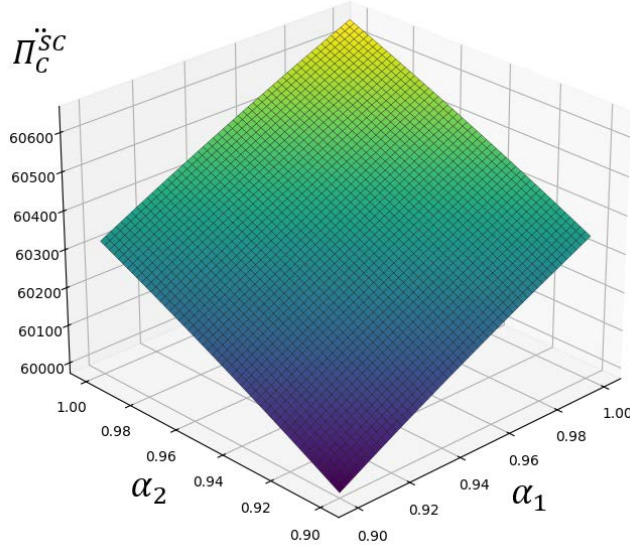


Şekil 12. 1-1-N Rekabetsiz Model Tedarik Zinciri Toplam Karı

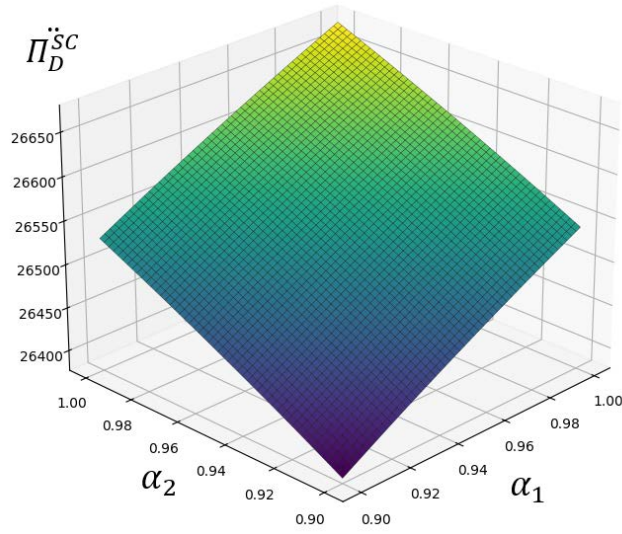
Şekil 12, tedarik zinciri yönetiminde öncü olarak kabul edilen merkezi çözüme, gelir paylaşımı kontratı uygulayarak nasıl yaklaşıldığını görsel olarak sergilemektedir. Bu analiz, gelir paylaşımı kontratının tedarik zinciri toplam karını nasıl artırdığını ve koordinasyonu iyileştirdiğini açıkça göstermektedir.

Tedarik zincirinin aksama altında olduğunu düşündüğümüz Tablo.5 veri setinde, aksama altındayken de en iyi çözüm olan merkezi çözüme kontrat altında yaklaşıldığını ve gelir paylaşımı kontratının tedarik zinciri toplam karını arttırarak tedarik zincirini koordine ettiğini göstermektedir.

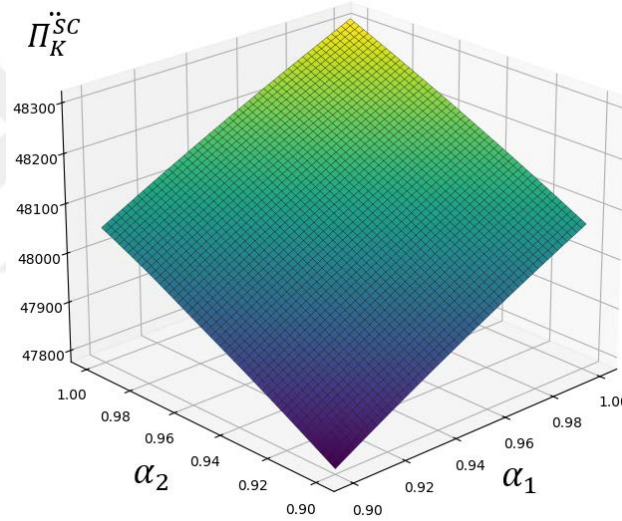
Şekil 13, 14 ve 15'deki analiz, tedarik zincirinin toplam karının aksama katsayıları α_1 ve α_2 'ye göre değişimini gösterir. Bu analiz, merkezi çözüm, merkez kaç çözüm ve kontratlı merkez kaç çözüm gibi tedarik zinciri senaryolarının, aksama katsayılarıyla nasıl etkilendiğini inceler. Aksama katsayıları azaldıkça toplam karın düştüğü görülür, bu da tedarik zinciri performansının operasyonel aksaklıklara ve piyasa değişikliklerine duyarlılığını ortaya koyar ve karar verme süreçleri için önemli bilgiler sağlar.



Şekil 13. Merkezi Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı



Şekil 14. Merkez Kaç Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı

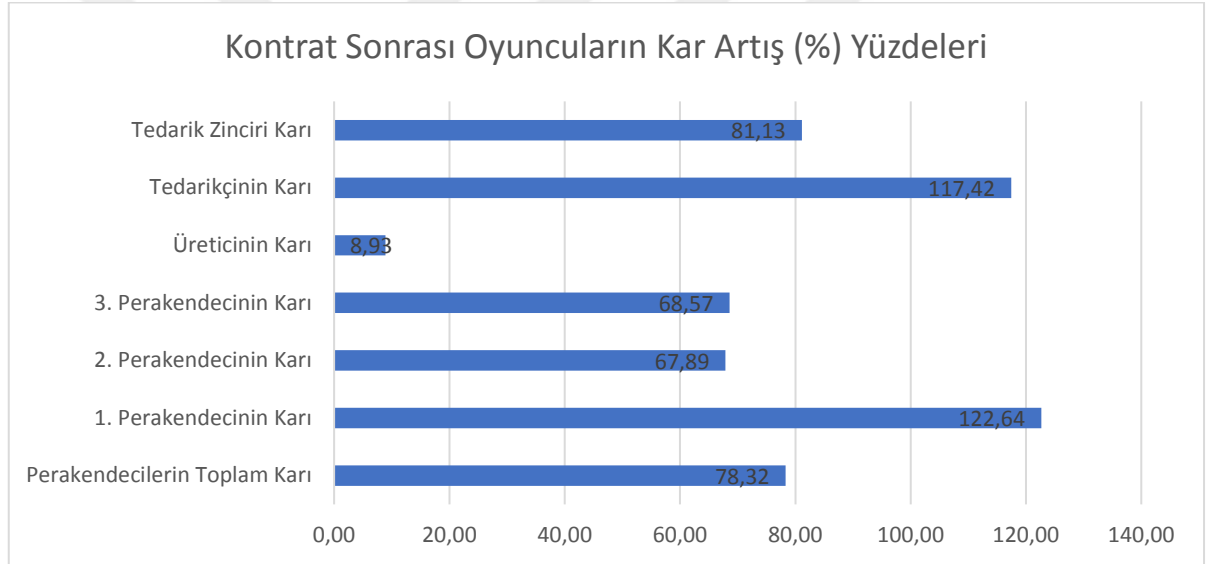


Şekil 15. Merkez Kaç Kontratlı Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı

Tablo 6'da aksam katsayıları α_1 ve α_2 'ye göre tedarik zinciri oyuncularının kar değişimleri, tedarik zinciri senaryoları- merkezi çözüm, merkez kaç çözüm ve kontratlı merkez kaç çözüm- çerçevesinde sunulmuştur. Bu tabloda yapılan analiz, Tablo 4'teki bulgularla paralellik göstermekte ve α_1 ve α_2 katsayılarının azalmasıyla tedarik zinciri bozulmalarının arttığını ortaya koymaktadır. Burada da α_1 katsayısının etkisinin α_2 'ye göre daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. Bu, α_1 'in perakendeciden üreticiye doğru olan aksamayı, α_2 'nin ise bu aksamaların tedarik zincirinin daha sonraki aşamalarına etkisini ifade etmesiyle açıklanabilir.

Tedarik zinciri toplam karlarının azalmasıyla paralel olarak, perakendeci, üretici ve tedarikçi karlılığı da aksama katsayıları azaldıkça düşmekte olduğu tespit edilmiştir. Beklenen şekilde, α_2 katsayısındaki azalmanın perakendeci karı üzerindeki etkisi α_1 'e kıyasla daha azdır. Bu, α_2 'nin tedarik zincirinin daha sonraki aşamalarındaki aksamaları temsil etmesinden kaynaklanmaktadır.

Ek olarak, Tablo 6 rekabet altında olmayan birden fazla perakendeci içeren tedarik zincirlerinin kontrat altında modellendiğinde, market hacmi en düşük olan perakendecinin kar oranını en fazla artıran perakendeci olduğunu Şekil 16'da göstermektedir. Bu sonuç, tedarik zinciri yönetimindeki kontrat uygulamalarının, özellikle küçük ölçekli perakendeciler için önemli faydalar sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.



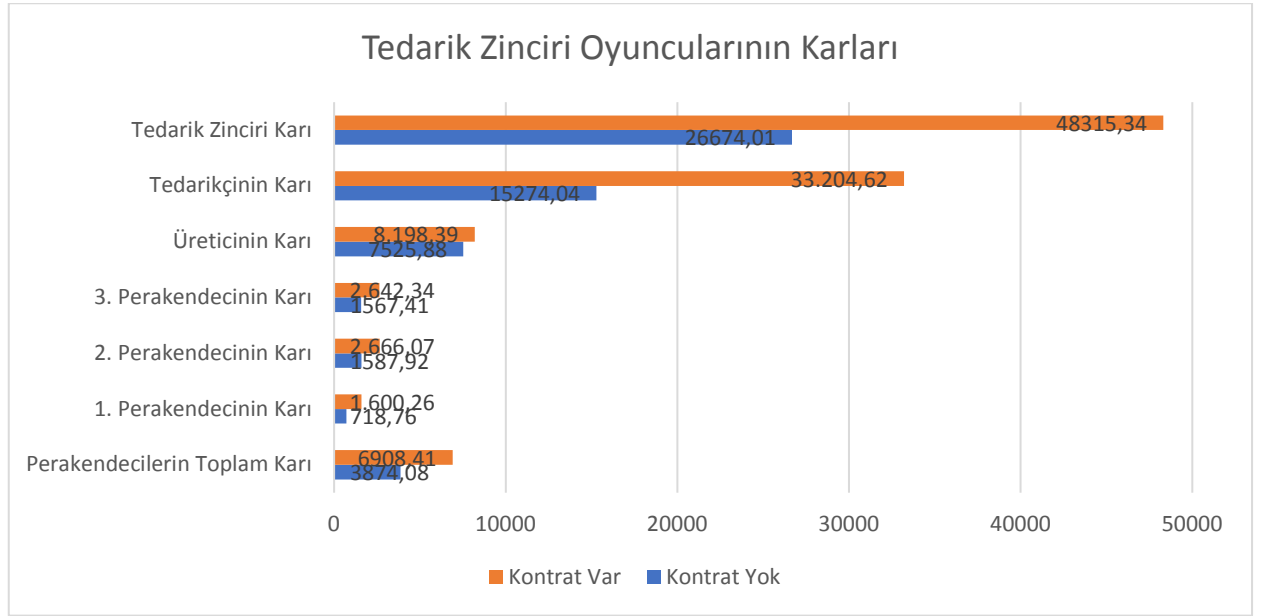
Şekil 16. Tedarik Zinciri Oyuncularının Kar Artış Yüzdeleri

Tablo 6 ve Şekil 17, N adet perakendecinin bulunduğu üç aşamalı tedarik zinciri içinde, belirlenen parametre değerleri altında, oyuncuların karlılık durumlarını ele almaktadır. Bu parametreler altında geliştirilen gelir paylaşımı modeli, tedarik zincirindeki tüm katılımcılar için Pareto optimalliğini sağladığı görülmektedir. Bu durum, modelin tedarik zincirindeki her bir oyuncunun durumunu iyileştirdiği, ancak bunu yaparken diğer oyuncuların durumunu kötüleştirmeden gerçekleştirdiği anlamına gelir. Bu bulgular, tedarik zinciri yönetiminde uygulanan gelir paylaşımı modellerinin,

tüm oyuncuların karlılığını artırabileceği ve toplam sistemin verimliliğini optimize edebileceği şekilde tasarlanabileceğini göstermektedir.

Veri Seti Parametreleri

$a_1 = 1.000$	$c^{R^1} = 9$	$B = 15$	$\alpha_1 = \alpha_2 = 1$
$a_2 = 1.200$	$c^{R^2} = 7$	$c^M = 2$	$\varphi_K^R = 0,3774$
$a_3 = 1.200$	$c^{R^3} = 11$	$c^S = 25$	$\varphi_K^M = 0,3251$



Şekil 17. Tedarik Zinciri Oyuncularının Karları

5.3. Tedarik Zinciri Yapısı 1-1-N Rekabetli Model Nümerik Analiz

Bu bölümde, 4. bölümde odaklandığımız, bir tedarikçi, bir üretici ve birbirleriyle rekabet içinde olan N adet perakendeci içeren üç aşamalı tedarik zincirimizin ayrıntılı analizini gerçekleştireceğiz. Tedarik zinciri parametrelerini önceden belirlediğimiz veri setleri üzerinden yürüteceğimiz bu analiz, tedarik zincirinin her bir aşamasının işleyişi ve etkileşimleri üzerine derinlemesine bir bakış sağlayacak. Bu süreçte, tedarik zincirinin her bir bileşeninin performansını, maliyet yapılarını, talep miktarlarını kapsamlı bir şekilde inceleyeceğiz.

Veri Seti Parametreleri

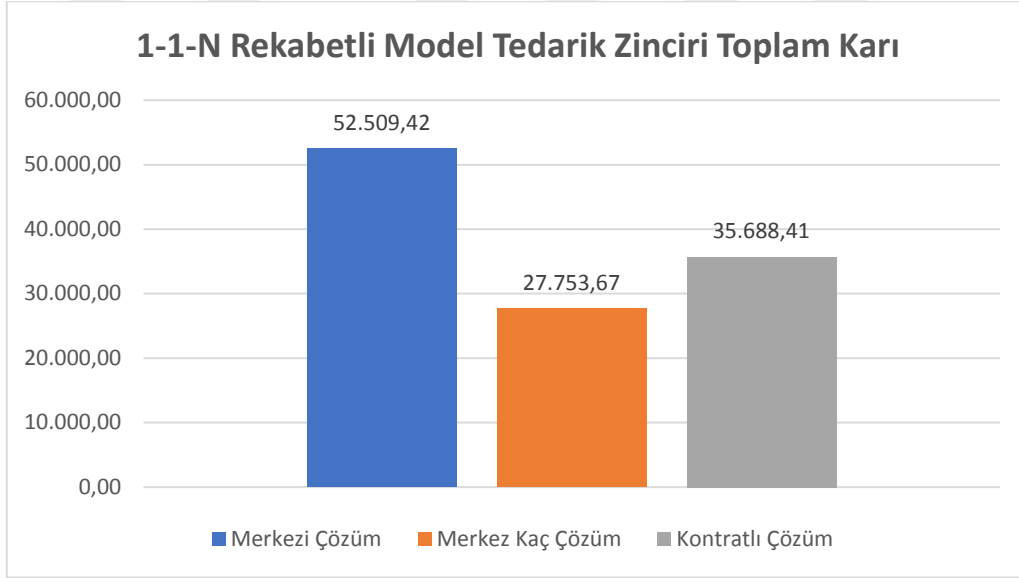
$a_1 = 1.000$	$c^{R^1} = 9$	$B = 15$	$\alpha_1 = 1$
$a_2 = 1.200$	$c^{R^2} = 7$	$c^M = 2$	$\alpha_2 = 1$
$a_3 = 1.200$	$c^{R^3} = 11$	$c^S = 25$	$d = 1$

Oyuncular arasında aksamanın olmadığını düşündüğümüz bu senaryoda

$$\Pi_C^{SC} = 52.509,42$$

$$\Pi_D^{SC} = 27.753,67$$

$$\Pi_K^{SC} = 35.688,41 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

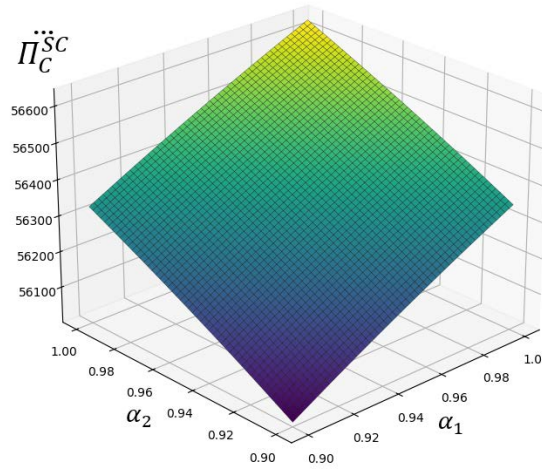


Şekil 18. 1-1-N Rekabetli Model Tedarik Zinciri Toplam Karı

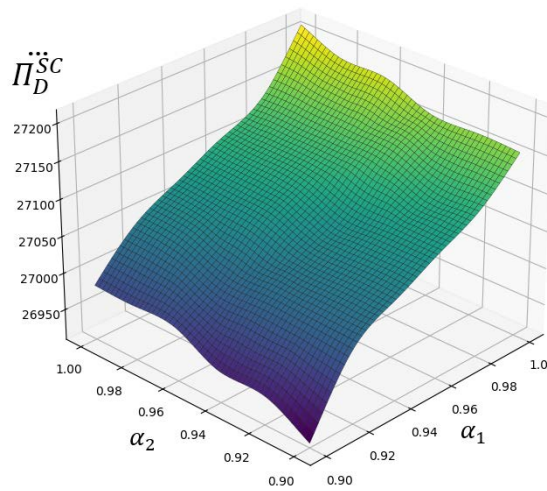
Şekil 18, gelir paylaşımı kontratının tedarik zinciri karını ve koordinasyonunu nasıl iyileştirdiğini görsel olarak sergilemektedir. Bu analiz, merkezi çözüme alternatif bu yaklaşımın etkilerini açıkça göstermektedir.

Tablo 7, aksama durumunda olan bir tedarik zincirinin incelendiği bir veri setini sunmaktadır. Bu veri setinde, aksama altında dahi en etkili çözüm olarak değerlendirilen merkezi çözüme, gelir paylaşımı kontratı uygulanarak ne ölçüde yaklaşılabileceği incelenmiştir. Analiz, gelir paylaşımı kontratının tedarik zinciri toplam karını artırarak zinciri daha iyi koordine ettiğini ortaya koymaktadır. Şekil 19,

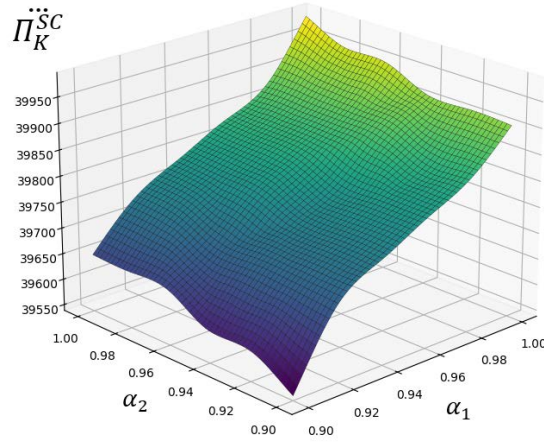
20 ve 21 ise, tedarik zincirinin toplam karının aksamaya katsayıları α_1 ve α_2 'ye göre nasıl değiştiğini detaylı bir şekilde göstermektedir. Bu grafikler, merkezi çözüm, merkez kaç çözüm ve kontratlı merkez kaç çözüm gibi çeşitli tedarik zinciri senaryolarının, aksamaya katsayılarına bağlı olarak ne şekilde etkilendiğini analiz etmektedir. Analiz sonucunda, aksamaya katsayılarının düşüşüyle birlikte toplam karın azaldığı gözlemlenmiştir, bu da tedarik zincirinin operasyonel aksamalara ve piyasa değişimlerine olan duyarlılığını gösterir ve stratejik karar verme süreçlerine önemli katkılar sağlar. Bu analizler, tedarik zinciri yönetimindeki çeşitli senaryoların etkinliklerini ve piyasa koşullarındaki değişikliklere nasıl adapte olduklarını anlamamızı sağlar.



Şekil 19. Merkezi Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı



Şekil 20. Merkez Kaç Kontratsız Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı



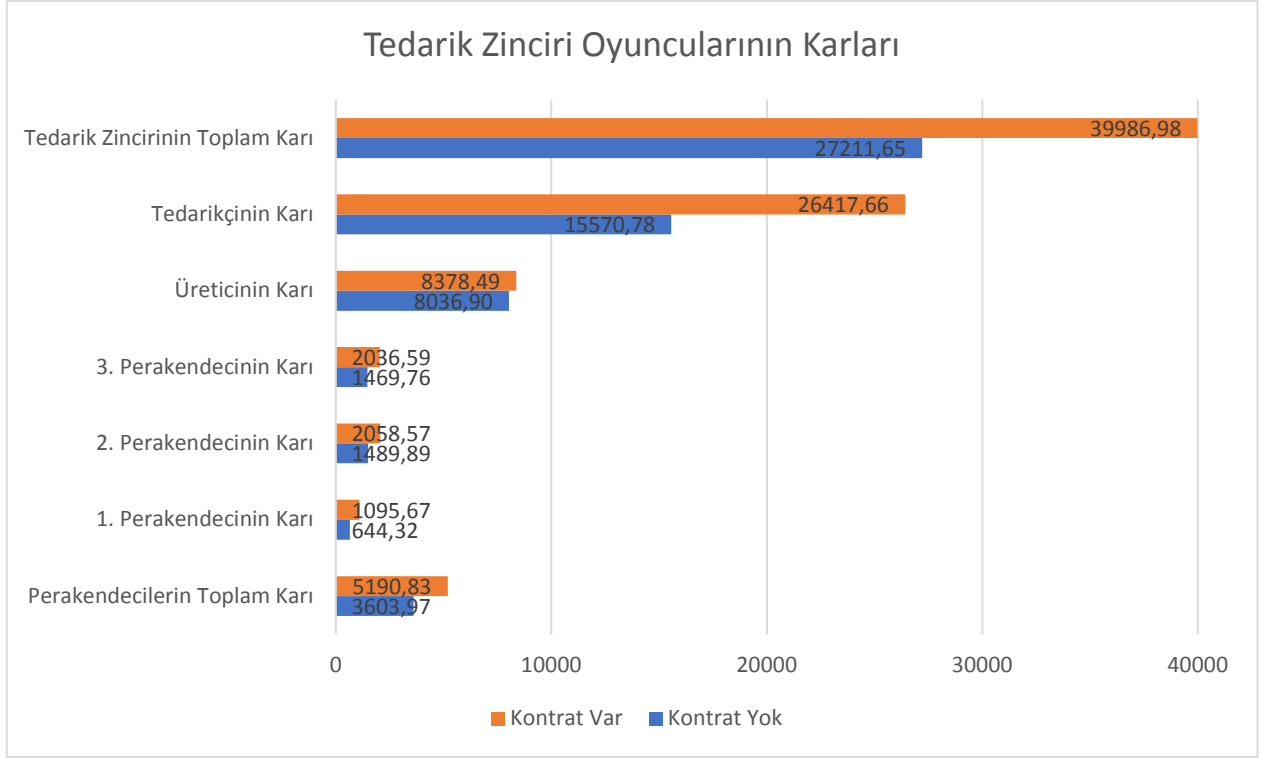
Şekil 21. Merkez Kaç Kontratlı Çözümde Tedarik Zinciri Toplam Karı

Tablo 8'de, aksam katsayıları α_1 ve α_2 'ye göre tedarik zinciri oyuncularının kar değişimleri, farklı tedarik zinciri senaryoları- merkezi çözüm, merkez kaç çözüm ve kontratlı merkez kaç çözüm- çerçevesinde sunulmuştur. Bu tabloda yapılan analiz, Tablo 5'teki bulgularla uyumlu olup, α_1 ve α_2 katsayılarının düşmesiyle tedarik zinciri bozulmalarının arttığını göstermektedir. Özellikle α_1 katsayısının etkisinin, α_2 'ye göre daha belirgin olduğu belirlenmiştir. Bu durum, α_1 'in perakendeciden üreticiye doğru olan aksamayı, α_2 'nin ise bu aksamaların tedarik zincirinin ileriki aşamalarına olan etkisini yansıtmasıyla açıklanabilir.

Tedarik zinciri toplam karlarının azalmasıyla eş zamanlı olarak, perakendeci, üretici ve tedarikçi karlılıklarının da aksam katsayıları azaldıkça düştüğü tespit edilmiştir. Bu durumda da, α_1 katsayısındaki azalmanın perakendeci karı üzerindeki etkisi, α_1 'e kıyasla daha az olmuştur, bu da α_2 'nin tedarik zincirinin ileriki aşamalarındaki aksamaları temsil ettiğini gösterir. Bu analizler, tedarik zinciri performansı üzerinde aksam katsayılarının kritik etkilerini ve bu etkilerin tedarik zinciri oyuncuları arasında nasıl farklılaştığını ortaya koymaktadır.

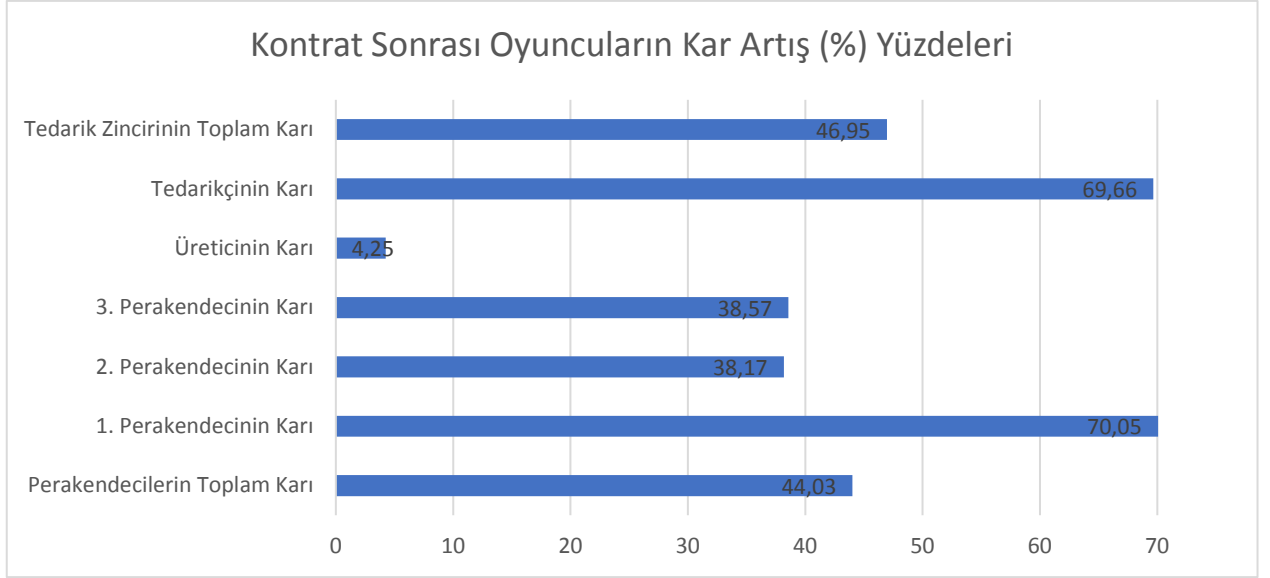
Veri Seti Parametreleri

$\alpha_1 = 1.000$	$c^{R^1} = 9$	$B = 15$	$\alpha_1 = \alpha_2 = d = 1$
$\alpha_2 = 1.200$	$c^{R^2} = 7$	$c^M = 2$	$\varphi_K^R = 0,5405$
$\alpha_3 = 1.200$	$c^{R^3} = 11$	$c^S = 25$	$\varphi_K^M = 0,4927$



Şekil 22. Tedarik Zinciri Oyuncularının Karları

Tablo 8 ve Şekil 22, birbirleriyle rekabet eden N adet perakendecinin yer aldığı üç aşamalı tedarik zinciri içerisinde, belirlenen parametreler altında oyuncuların karlılık durumlarını inceliyor. Bu parametreler dâhilinde oluşturulan gelir paylaşımı modelinin, tedarik zincirindeki tüm katılımcılar için Pareto optimalliği sağladığı görülmektedir. Bu, modelin her bir tedarik zinciri oyuncusunun durumunu iyileştirirken, diğerlerinin durumunu kötüleştirmeksizin bu iyileştirmeyi başardığı anlamına gelmektedir. Bu sonuçlar, tedarik zinciri yönetimindeki gelir paylaşımı modellerinin, tüm katılımcıların karlılığını artırabileceği ve tedarik zincirinin toplam verimliliğini optimize edebileceği şekilde tasarlanabileceğini ortaya koymaktadır. Şekil 22'deki analiz, tedarik zinciri içindeki paydaşlar arasında kazan-kazan durumları yaratan ve tedarik zinciri performansını artıran stratejilerin uygulanabilirliğini ve etkinliğini vurgulamaktadır. Bu tür Pareto optimal çözümler, tedarik zinciri yönetiminde iş birliğini ve karşılıklı faydayı teşvik eden önemli yaklaşımlar olarak değerlendirilmektedir.

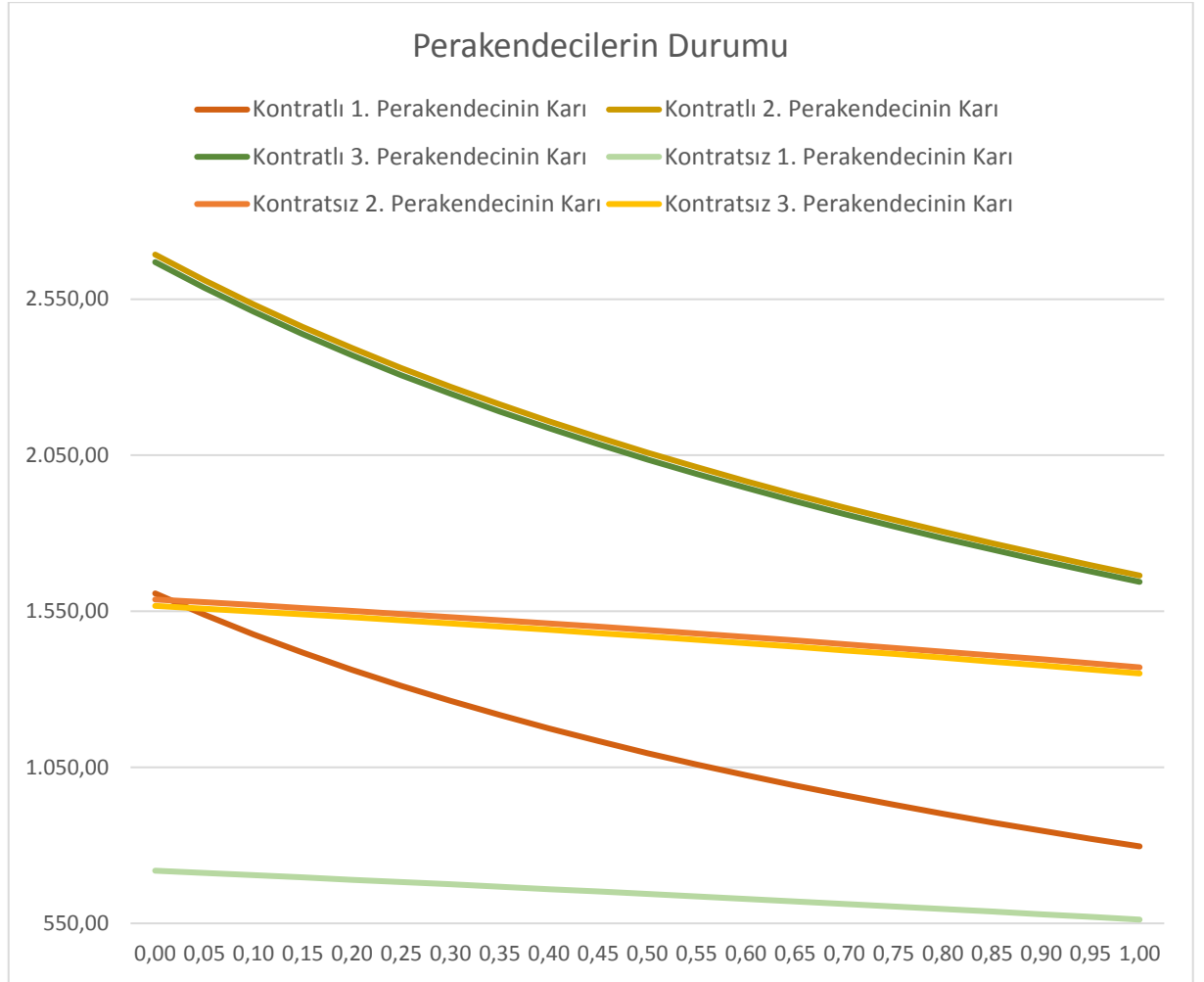


Şekil 23. Tedarik Zinciri Oyuncularının Karları Artış Yüzdesi

Tablo 8, rekabet altında olan birden fazla perakendeci içeren tedarik zincirlerinin kontrat altında modellendiğinde, market hacmi en düşük olan perakendecinin kar oranını en fazla artıran perakendeci olduğunu Şekil 23'de göstermektedir. Bu bulgu, tedarik zinciri yönetimindeki kontrat uygulamalarının, rekabetçi ortamda faaliyet gösteren küçük ölçekli perakendeciler için önemli avantajlar sağlayabileceğini belirtmektedir. Tedarik zinciri içindeki rekabet dinamiklerinin varlığı, kontratların etkinliğini artırabilir ve özellikle pazar payı daha az olan perakendeciler için karlılıkta önemli bir artış sağlayabilir. Bu durum, tedarik zinciri stratejilerinin rekabet koşullarına uygun şekilde tasarlanmasının ve uygulanmasının, tüm tedarik zinciri katılımcılarının karlılığını optimize etmede kritik bir rol oynayabileceğini gösterir.

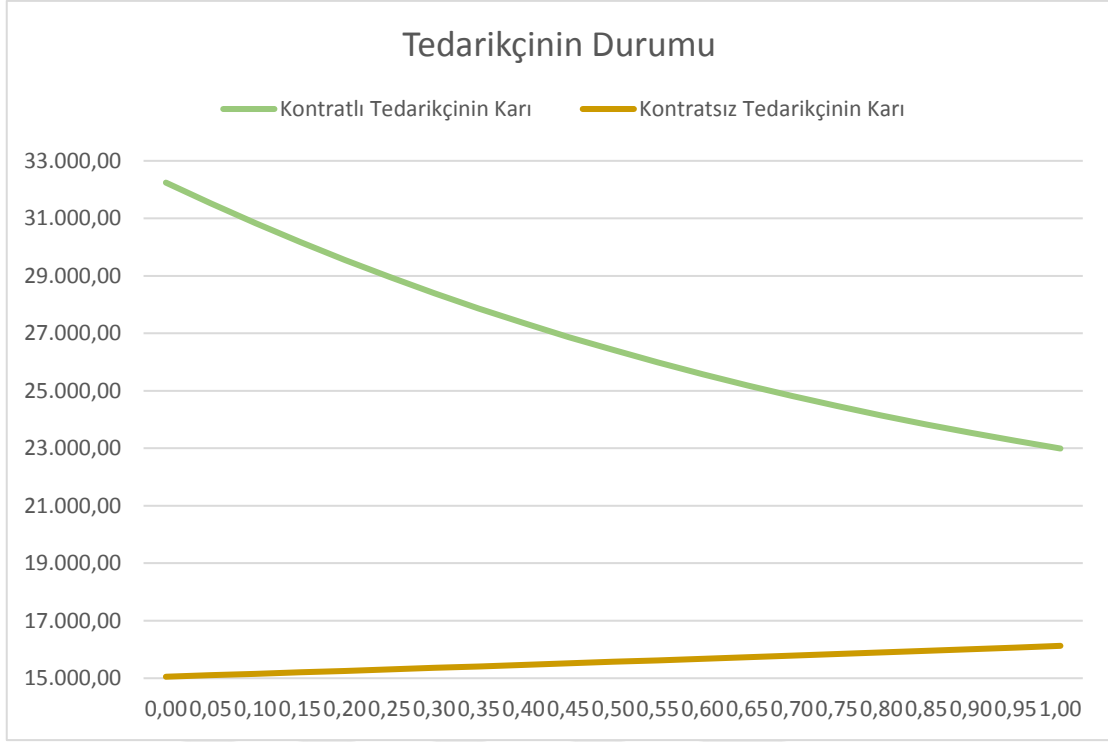
Tablo 9 ve 10, Merkez Kaç Kontratlı ve Kontratsız Çözüm senaryolarında tedarik zinciri oyuncularının, rekabet katsayısı olan d - yani perakendecilerin taleplerinin ikame edilebilirlik derecesi - ile nasıl etkilendiğini detaylı bir şekilde analiz etmektedir. Bu analizler, rekabet katsayısındaki değişimlerin tedarik zinciri performansı üzerindeki etkilerini ve oyuncuların karlılığını farklı açılardan ele almaktadır. Rekabet yoğunluğunun, kontratlı ve kontratsız çözüm alternatiflerinde tedarik zinciri dinamiklerini ve oyuncuların mali durumlarını nasıl değiştirdiği üzerinde durulmaktadır. Tablo 10, rekabetin artmasıyla Kontratsız Merkez Kaç

modelinde Şekil 24 perakendecilerin karlarının azalırken, Şekil 26 üretici ve Şekil 25 tedarikçinin karının arttığını ortaya koymaktadır. Bu eğilim, perakendeci satış fiyatlarının düşmesiyle birlikte, üretici ve tedarikçi fiyatlarının sabit kalması ve satış adetlerinin artmasıyla açıklanabilir. Bu durum, rekabetin yoğunlaşmasının, tedarik zincirinin farklı katmanlarındaki oyuncular üzerinde asimetrik etkiler yaratabileceğini gösterir.



Şekil 24. 1-1-N Rekabetli Model Perakendecilerin Kontrat Durumuna Göre Karı

Öte yandan, Tablo 9'da Kontratlı çözümde, Kontratsız Merkez Kaç modelden farklı olarak, rekabet arttıkça satış adetlerinin azaldığı ve bu durumun tedarikçinin karını Şekil 25'de olumsuz etkilediği görülmektedir. Bu bulgu, kontratlı çözümlerin rekabet koşullarında tedarik zinciri dinamiklerine nasıl farklı bir etki yaratabileceğini ortaya koyar.

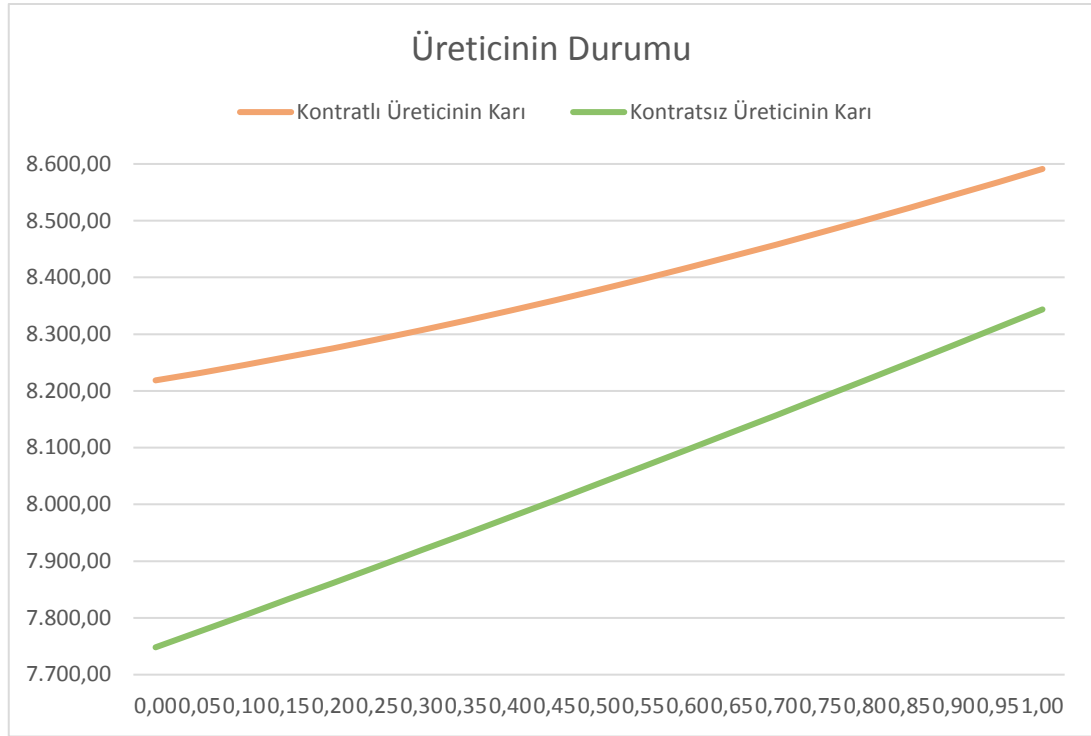


Şekil 25. 1-1-N Rekabetli Model Tedarikçinin Kontrat Durumuna Göre Karı

Tablo 11, 1-1-N Rekabetli Model kapsamında, Merkez Kaç Kontratlı Çözüm altında, tedarik zinciri oyuncularının kar değişim oranlarını detaylı bir şekilde analiz etmektedir. Bu analiz, rekabet katsayısı d 'nin artışıyla birlikte, kontratsız modelden kontratlı modele geçiş sırasında elde edilen kar değişiminin yüzde oranının nasıl azaldığını ortaya koymaktadır. Bu durum, rekabetin yoğunlaşmasıyla tedarik zinciri oyuncularının kar marjlarında meydana gelen değişiklikleri göstermektedir. Önemli bir nokta olarak, Tablo 11'deki tüm sonuçlar Pareto optimallik açısından değerlendirilmiştir. Pareto optimallik, bir veya daha fazla oyuncunun durumunu iyileştirirken, diğer hiçbir oyuncunun durumunun kötüleşmediği bir durumu ifade eder. Bu bağlamda, Tablo 11'deki sonuçlar, tedarik zinciri oyuncularının genel refah düzeylerinin arttığını göstermekte ve rekabetçi ortamlarda kontratlı çözümlerin uygulanmasının, tüm katılımcılar için toplam refahı artırma potansiyeline sahip olduğunu belirtmektedir.

Bu derinlemesine analizler, rekabet katsayısının tedarik zinciri yapılandırılmaları ve oyuncuların karlılığı üzerindeki etkilerini gözler önüne serer. Ayrıca, bu bulgular, tedarik zinciri yönetiminde rekabet koşullarına uygun stratejik

planlama ve risk yönetiminin önemini vurgular ve farklı senaryolarda tedarik zinciri stratejilerinin nasıl uyarlanması gerektiğine dair değerli içgörüler sunar. Bu tür analizler, tedarik zinciri yöneticilerine, rekabetçi ortamlarda karar verme ve strateji geliştirme süreçlerinde kritik rol oynamaktadır.



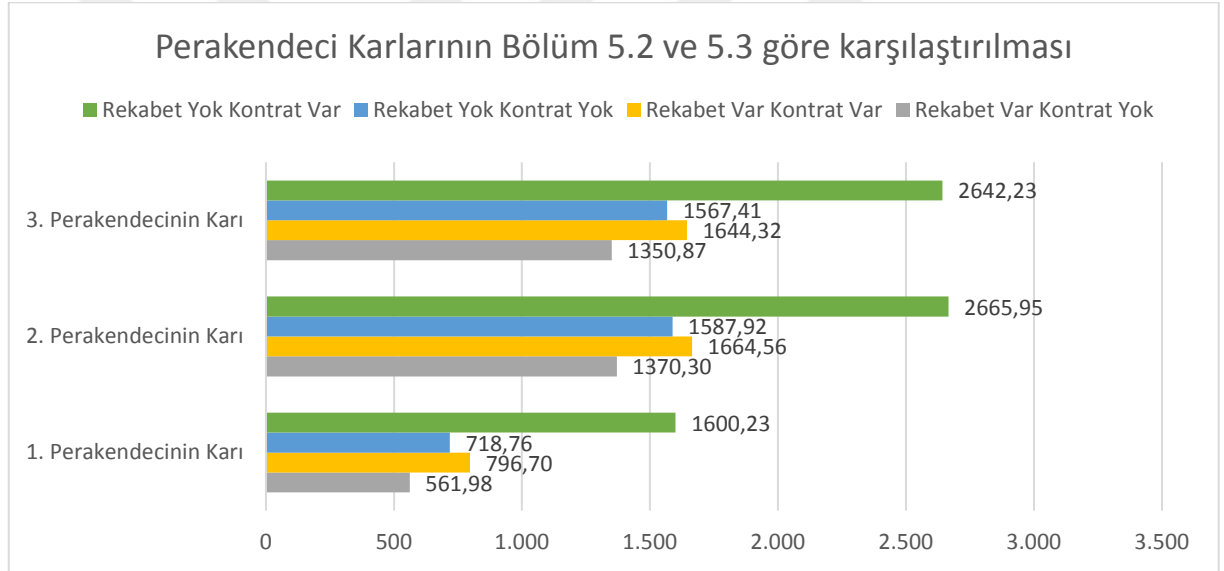
Şekil 26. 1-1-N Rekabetli Model Üreticinin Kontrat Durumuna Göre Karı

5.4. Tedarik Zinciri Yapıları 1-1-N Rekabetsiz ve Rekabetli Modellerin Karşılaştırmalı Analizi

Bu bölümde, daha önce 5.2 ve 5.3 bölümlerinde detaylıca incelediğimiz, bir tedarikçi, bir üretici ve N adet perakendeciden oluşan üç aşamalı tedarik zincirlerinin rekabetsiz ve rekabetli modellerini karşılaştıracğız. Her iki modelin önceden belirlenmiş tedarik zinciri parametreleri üzerinden yapılan analizleri, tedarik zincirinin işleyişi ve etkileşimleri açısından derinlemesine incelenmiştir. Bu karşılaştırmalı analiz, her iki modelin tedarik zinciri oyuncularının, maliyet yapıları açısından nasıl farklılaştığını ortaya koyacak. Bu süreç, rekabetsiz ve rekabetli tedarik zinciri yapılarının avantajları, zorlukları ve bu yapıların farklı piyasa koşullarına nasıl tepki

verdiklerini anlamak için kritik öneme sahiptir. Bölüm 6.4, tedarik zinciri yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi ve etkin karar verme süreçlerine katkıda bulunmak için önemli bir temel oluşturacaktır.

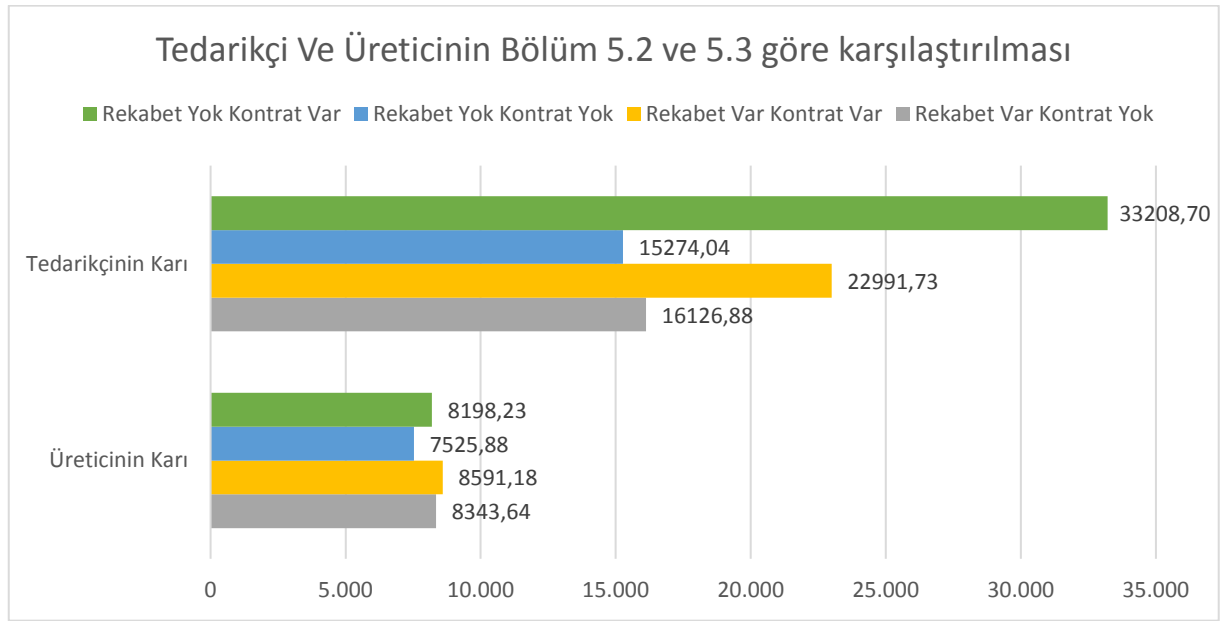
Şekil 27'de 1-1-N Rekabetsiz ve Rekabetli Modellerde Perakendeci Karlarının Karşılaştırılması yapılmıştır. Analiz sonuçları, rekabetsiz ortamda kontrat uygulanması durumunun, tüm perakendeciler için en karlı çözüm olduğunu göstermektedir. Bu en karlı çözüm, rekabetin olduğu ve kontrat uygulanan durum tarafından takip edilmektedir. Ardından, rekabetsiz ve kontratsız model ile rekabetin olduğu ve kontratsız durum sıralanmaktadır. Dikkat çekici bir bulgu olarak, rekabetin bulunduğu kontratlı modelin, rekabetin olmadığı kontratsız modele göre daha iyi sonuçlar elde etmesi göze çarpmaktadır.



Şekil 27. 1-1-N Rekabetsiz ve Rekabetli Modellerde Perakendeci Karlarının Karşılaştırılması

Bu bulgu, tedarik zinciri yönetiminde, rekabetin varlığının ve kontratların kullanımının, perakendecilerin karlılığı üzerindeki etkilerini detaylı bir şekilde ortaya koyar. Rekabetin ve kontrat uygulamalarının, tedarik zinciri performansını nasıl etkileyebileceği ve perakendeciler arasındaki kar dağılımını nasıl değiştirebileceği konusunda önemli içgörüler sağlar. Bu analiz, rekabet ve kontrat uygulamalarının birleşik etkilerinin, bazı durumlarda rekabetsiz ve kontratsız senaryolara göre daha avantajlı sonuçlar doğurabileceğini göstermektedir.

Şekil 28, 1-1-N Rekabetsiz ve Rekabetli Modellerde Tedarikçi ve Üreticinin Karlarının Karşılaştırılmasını içermektedir. Analiz, tedarikçi için en karlı durumun 'rekabetsiz ortamda kontrat var' olduğunu göstermektedir. Bu durumu sırasıyla 'rekabet var ve kontrat var', 'rekabet var ve kontrat yok', ve 'rekabetsiz ortamda kontrat yok' takip etmektedir. Üretici için ise, en karlı durum 'rekabet var ve kontrat var' şeklindedir ve bu durumu 'rekabet var ve kontrat yok', 'rekabetsiz ortamda kontrat var', ve son olarak 'rekabetsiz ortamda kontrat yok' izlemektedir.



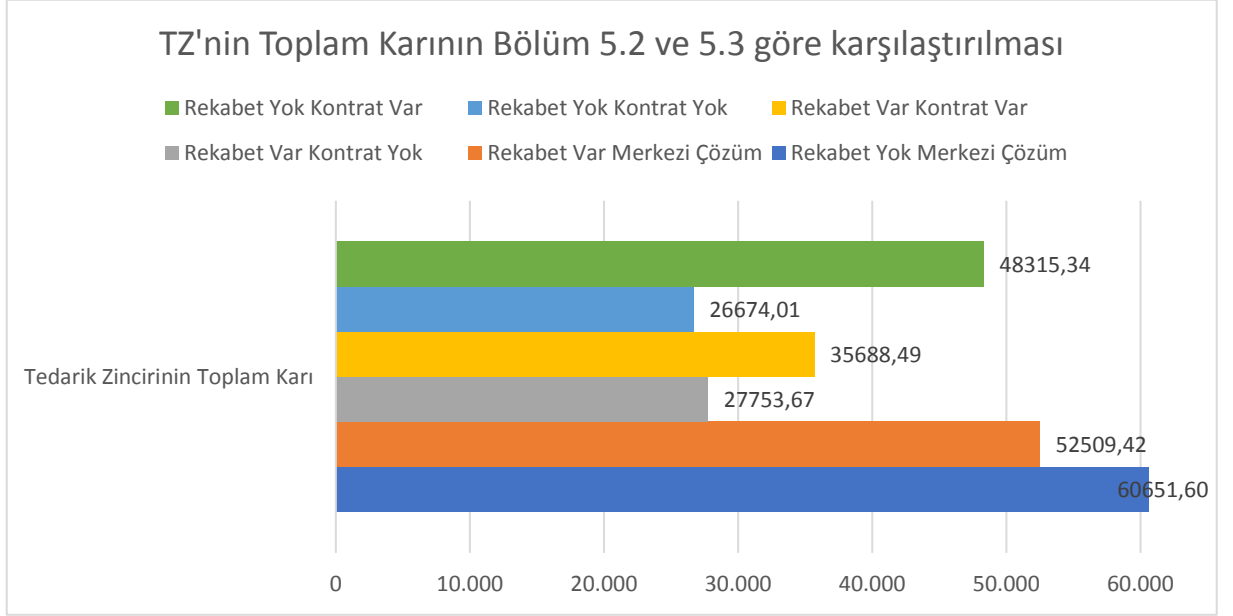
Şekil 28. 1-1-N Rekabetsiz ve Rekabetli Modellerde Tedarikçi ve Üreticinin Karlarının Karşılaştırılması

Bu sonuçlar, üretici açısından rekabetin var olduğu senaryoların, rekabetsiz ve kontratsız senaryolara kıyasla daha karlı olduğunu ortaya koymaktadır. Öte yandan, tedarikçi için kontratlı senaryolar genel olarak en iyi sonuçları verirken, rekabetin varlığı veya yokluğundan bağımsız olarak, kontratın varlığının daha iyi karlılıklar sağladığı görülmektedir.

Tablo 2. Çeşitli Senaryolar altında oyuncuların karlılık sıralaması genelleştirilerek verilmiş her oyuncunun olası şartlar altındaki kar durumu eş zamanlı özetlenmiştir.

Tablo 2. Çeşitli Senaryolar Altında Oyuncuların Karlılık Sıralaması

Sıra	Perakendeci		Üretici		Tedarikçi	
	Rekabet	Kontrat	Rekabet	Kontrat	Rekabet	Kontrat
1	YOK	VAR	VAR	VAR	YOK	VAR
2	VAR	VAR	VAR	YOK	VAR	VAR
3	YOK	YOK	YOK	VAR	VAR	YOK
4	VAR	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK



Şekil 29. 1-1-N Rekabetsiz ve Rekabetli Modellerde TZ'nin Toplam Karının Karşılaştırılması

Şekil 29'da tedarik zincirini toplam karının 1-1-N Rekabetsiz ve Rekabetli Modellerdeki merkezi çözümlere olan durumları incelenmiştir. Tedarik zincirinin toplam karının en yüksek olduğu rekabetin olmadığı merkezi çözüme, en yakın çözüm kontrat altında rekabet yokken oluşmaktadır. Ayrıca kontratın olmadığı durumda rekabetin olması rekabetin olmadığı durumdan daha fazla toplam kar oluşturmaktadır.

Tablo.3 Aksama Altında Tedarik Zinciri Toplam Kar ve Miktarları

Perakendeciden Üreticiye olan aksama	Üreticiden Tedarikçiye olan aksama	Merkezi Model Tedarik Zinciri Toplam Karı	Merkez Kaç Model Tedarik Zinciri Toplam Karı	Merkez Kaç Kontratlı Model Tedarik Zinciri Toplam Karı	Merkezi Model Perakendeci Satış Miktarı	Merkez Kaç Model Perakendeci Satış Miktarı	Merkez Kaç Kontratlı Perakendeci Satış Miktarı
1,00	1,00	15.488,27	6.776,12	14.417,83	32,133	8,033	23,686
1,00	0,98	15.471,88	6.768,95	14.405,62	32,116	8,029	23,685
0,98	1,00	15.470,57	6.768,37	14.398,15	32,115	8,029	23,660
1,00	0,96	15.454,81	6.761,48	14.392,91	32,099	8,025	23,685
0,98	0,98	15.453,85	6.761,06	14.385,55	32,098	8,024	23,658
0,96	1,00	15.452,14	6.760,31	14.377,64	32,096	8,024	23,632
1,00	0,94	15.437,03	6.753,70	14.379,65	32,080	8,020	23,684
0,98	0,96	15.436,45	6.753,45	14.372,59	32,080	8,020	23,658
0,96	0,98	15.435,08	6.752,85	14.364,82	32,078	8,020	23,631
0,94	1,00	15.432,94	6.751,91	14.356,29	32,076	8,019	23,604
1,00	0,92	15.418,49	6.745,59	14.365,82	32,061	8,015	23,684
0,98	0,94	15.418,32	6.745,51	14.359,07	32,061	8,015	23,657
0,96	0,96	15.417,33	6.745,08	14.351,60	32,060	8,015	23,631
0,94	0,98	15.415,53	6.744,30	14.343,21	32,058	8,014	23,603
0,92	1,00	15.412,92	6.743,15	14.334,03	32,055	8,014	23,574
0,98	0,92	15.399,41	6.737,24	14.344,97	32,041	8,010	23,657
1,00	0,90	15.399,14	6.737,12	14.351,37	32,041	8,010	23,683
0,96	0,94	15.398,83	6.736,99	14.337,81	32,040	8,010	23,630
0,94	0,96	15.397,41	6.736,37	14.329,71	32,039	8,010	23,602
0,92	0,98	15.395,14	6.735,38	14.320,68	32,037	8,009	23,573
0,90	1,00	15.392,02	6.734,01	14.310,82	32,033	8,008	23,543
0,98	0,90	15.379,67	6.728,61	14.330,23	32,020	8,005	23,656
0,96	0,92	15.379,54	6.728,55	14.323,42	32,020	8,005	23,629
0,94	0,94	15.378,53	6.728,11	14.315,64	32,019	8,005	23,601
0,92	0,96	15.376,64	6.727,28	14.306,90	32,017	8,004	23,572
0,90	0,98	15.373,86	6.726,06	14.297,18	32,014	8,004	23,542
0,96	0,90	15.359,41	6.719,74	14.308,40	31,999	8,000	23,629
0,94	0,92	15.358,85	6.719,49	14.300,96	31,999	8,000	23,601
0,92	0,94	15.357,37	6.718,85	14.292,53	31,997	7,999	23,572
0,90	0,96	15.354,96	6.717,80	14.283,10	31,995	7,999	23,542
0,94	0,90	15.338,30	6.710,50	14.285,62	31,977	7,994	23,600
0,92	0,92	15.337,26	6.710,05	14.277,55	31,976	7,994	23,571
0,90	0,94	15.335,27	6.709,18	14.268,43	31,974	7,994	23,541
0,92	0,90	15.316,28	6.700,87	14.261,89	31,954	7,989	23,570
0,90	0,92	15.314,74	6.700,20	14.253,13	31,953	7,988	23,540
0,90	0,90	15.293,31	6.690,82	14.237,14	31,930	7,983	23,539

Tablo 4. Tedarik Zinciri Oyuncularının Aksam Katsayıları Etkileşimi

Perakendeciden Üreticiye olan aksam	Üreticiden Tedarikçiye olan aksam	Merkez Kaç Model Perakendeci Satış Fiyatı	Merkez Kaç Kontratlı Model Perakendeci Satış Fiyatı	Merkez Kaç Model Perakendeci Karı	Merkez Kaç Kontratlı Model Perakendeci Karı	Merkez Kaç Model Üretici Satış Fiyatı	Merkez Kaç Kontratlı Model Üretici Satış Fiyatı	Merkez Kaç Model Üretici Karı	Merkez Kaç Kontratlı Model Üretici Karı	Merkez Kaç Model Tedarikçi Satış Fiyatı	Merkez Kaç Kontratlı Model Tedarikçi Satış Fiyatı	Merkez Kaç Model Tedarikçi Karı	Merkez Kaç Kontratlı Model Tedarikçi Karı	Perakendeci Gelir Paylaşım Oranı	Üretici Gelir Paylaşım Oranı
1,00	1,00	879,50	644,71	968,02	2626,54	750,00	81,34	1.936,03	5083,48	507,00	25,00	3.872,07	6707,82	0,3121	0,4604
1,00	0,98	879,56	644,72	966,99	2626,24	750,13	81,33	1.933,98	5080,16	507,26	25,00	3.867,97	6699,22	0,3121	0,4601
0,98	1,00	879,57	645,11	966,91	2619,65	750,14	81,54	1.933,82	5078,10	497,09	25,00	3.867,64	6700,39	0,3120	0,4610
1,00	0,96	879,63	644,73	965,93	2625,94	750,26	81,33	1.931,85	5076,70	507,52	25,00	3.863,70	6690,27	0,3121	0,4598
0,98	0,98	879,63	645,12	965,87	2619,49	750,27	81,56	1.931,73	5074,52	497,35	25,00	3.863,46	6691,54	0,3120	0,4607
0,96	1,00	879,64	645,52	965,76	2612,54	750,28	81,76	1.931,52	5072,46	487,18	25,00	3.863,03	6692,64	0,3119	0,4616
1,00	0,94	879,70	644,74	964,81	2625,61	750,40	81,33	1.929,63	5073,10	507,80	25,00	3.859,26	6680,94	0,3120	0,4595
0,98	0,96	879,70	645,13	964,78	2619,17	750,40	81,56	1.929,56	5071,00	497,61	25,00	3.859,11	6682,42	0,3120	0,4604
0,96	0,98	879,71	645,53	964,69	2612,33	750,41	81,77	1.929,39	5068,85	487,44	25,00	3.858,77	6683,63	0,3119	0,4613
0,94	1,00	879,72	645,94	964,56	2605,15	750,43	81,99	1.929,12	5066,58	477,27	25,00	3.858,23	6684,56	0,3117	0,4622
1,00	0,92	879,77	644,75	963,66	2625,28	750,54	81,33	1.927,31	5069,34	508,09	25,00	3.854,62	6671,21	0,3120	0,4592
0,98	0,94	879,77	645,14	963,64	2618,84	750,54	81,55	1.927,29	5067,32	497,89	25,00	3.854,58	6672,91	0,3120	0,4601
0,96	0,96	879,78	645,54	963,58	2612,01	750,55	81,77	1.927,17	5065,26	487,70	25,00	3.854,33	6674,33	0,3118	0,4610
0,94	0,98	879,78	645,96	963,47	2604,94	750,57	82,00	1.926,94	5062,90	477,53	25,00	3.853,88	6675,37	0,3117	0,4619
0,92	1,00	879,79	646,39	963,31	2597,47	750,59	82,23	1.926,61	5060,44	467,36	25,00	3.853,23	6676,12	0,3116	0,4628
0,98	0,92	879,85	645,15	962,46	2618,50	750,69	81,55	1.924,93	5063,49	498,18	25,00	3.849,85	6662,98	0,3119	0,4598
1,00	0,90	879,85	644,75	962,45	2624,93	750,69	81,33	1.924,89	5065,41	508,39	25,00	3.849,78	6661,04	0,3120	0,4589
0,96	0,94	879,85	645,55	962,43	2611,67	750,70	81,77	1.924,85	5061,51	487,98	25,00	3.849,71	6664,63	0,3118	0,4607
0,94	0,96	879,85	645,97	962,34	2604,60	750,71	82,00	1.924,68	5059,23	477,79	25,00	3.849,35	6665,88	0,3117	0,4616
0,92	0,98	879,86	646,40	962,20	2597,25	750,73	82,24	1.924,39	5056,68	467,62	25,00	3.848,79	6666,74	0,3116	0,4625
0,90	1,00	879,88	646,85	962,00	2589,49	750,75	82,47	1.924,00	5054,02	457,45	25,00	3.848,00	6667,31	0,3114	0,4635
0,98	0,90	879,92	645,16	961,23	2618,13	750,85	81,55	1.922,46	5059,49	498,48	25,00	3.844,92	6652,62	0,3119	0,4594
0,96	0,92	879,92	645,56	961,22	2611,31	750,85	81,77	1.922,44	5057,60	488,27	25,00	3.844,89	6654,51	0,3118	0,4603
0,94	0,94	879,93	645,98	961,16	2604,25	750,86	82,00	1.922,32	5055,40	478,07	25,00	3.844,63	6655,98	0,3117	0,4613
0,92	0,96	879,94	646,41	961,04	2596,91	750,87	82,24	1.922,08	5052,93	467,88	25,00	3.844,16	6657,06	0,3116	0,4622
0,90	0,98	879,95	646,87	960,87	2589,26	750,89	82,48	1.921,73	5050,18	457,71	25,00	3.843,47	6657,73	0,3115	0,4632
0,96	0,90	880,00	645,57	959,96	2610,94	751,00	81,77	1.919,93	5053,51	488,57	25,00	3.839,85	6643,94	0,3118	0,4600
0,94	0,92	880,00	645,99	959,93	2603,89	751,01	82,00	1.919,86	5051,41	478,36	25,00	3.839,71	6645,66	0,3117	0,4609
0,92	0,94	880,01	646,42	959,84	2596,55	751,02	82,23	1.919,67	5049,03	468,16	25,00	3.839,34	6646,96	0,3115	0,4619
0,90	0,96	880,02	646,88	959,69	2588,91	751,04	82,48	1.919,37	5046,36	457,97	25,00	3.838,74	6647,84	0,3114	0,4629
0,94	0,90	880,08	646,00	958,64	2603,51	751,17	81,99	1.917,29	5047,25	478,66	25,00	3.834,57	6634,87	0,3116	0,4606
0,92	0,92	880,09	646,43	958,58	2596,17	751,18	82,23	1.917,16	5044,96	468,45	25,00	3.834,32	6636,42	0,3115	0,4616
0,90	0,94	880,10	646,89	958,45	2588,53	751,19	82,48	1.916,91	5042,37	458,25	25,00	3.833,82	6637,53	0,3114	0,4626
0,92	0,90	880,17	646,44	957,27	2595,78	751,34	82,23	1.914,54	5040,70	468,75	25,00	3.829,07	6625,41	0,3115	0,4612
0,90	0,92	880,18	646,90	957,17	2588,15	751,35	82,48	1.914,34	5038,21	458,54	25,00	3.828,68	6626,77	0,3114	0,4622
0,90	0,90	880,26	646,91	955,83	2587,74	751,52	82,48	1.911,66	5033,86	458,84	25,00	3.823,33	6615,53	0,3113	0,4619

Tablo 5. Aksamada Altında Tedarik Zinciri Toplam Kar ve Miktarları

Perakendeciden Üreticiye olan aksama	Üreticiden Tedarikçiye olan aksama	Merkezi Model Tedarik Zinciri Toplam Karı	Merkez Kaç Model Tedarik Zinciri Toplam Karı	Merkez Kaç Kontratlı Model Tedarik Zinciri Toplam Karı
1,00	1,00	60.651,60	26.674,01	48.315,34
1,00	0,98	60.595,63	26.649,52	48.267,56
0,98	1,00	60.591,15	26.647,56	48.266,32
1,00	0,96	60.537,35	26.624,02	48.221,64
0,98	0,98	60.534,06	26.622,58	48.219,05
0,96	1,00	60.528,21	26.620,02	48.216,77
1,00	0,94	60.476,62	26.597,45	48.173,79
0,98	0,96	60.474,63	26.596,58	48.172,22
0,96	0,98	60.469,97	26.594,54	48.168,55
0,94	1,00	60.462,63	26.591,33	48.165,14
1,00	0,92	60.413,29	26.569,74	48.123,89
0,98	0,94	60.412,69	26.569,48	48.123,42
0,96	0,96	60.409,33	26.568,01	48.120,77
0,94	0,98	60.403,18	26.565,32	48.115,93
0,92	1,00	60.394,24	26.561,41	48.111,29
0,98	0,92	60.348,10	26.541,22	48.072,53
1,00	0,90	60.347,17	26.540,82	48.071,80
0,96	0,94	60.346,14	26.540,37	48.070,98
0,94	0,96	60.341,28	26.538,24	48.067,16
0,92	0,98	60.333,53	26.534,85	48.061,05
0,90	1,00	60.322,85	26.530,18	48.055,08
0,98	0,90	60.280,67	26.511,72	48.019,41
0,96	0,92	60.280,23	26.511,53	48.019,06
0,94	0,94	60.276,79	26.510,02	48.016,35
0,92	0,96	60.270,33	26.507,20	48.011,25
0,90	0,98	60.260,83	26.503,04	48.003,77
0,96	0,90	60.211,44	26.481,44	47.964,86
0,94	0,92	60.209,52	26.480,60	47.963,35
0,92	0,94	60.204,47	26.478,38	47.959,36
0,90	0,96	60.196,26	26.474,79	47.952,90
0,94	0,90	60.139,31	26.449,88	47.908,03
0,92	0,92	60.135,78	26.448,33	47.905,25
0,90	0,94	60.128,98	26.445,36	47.899,89
0,92	0,90	60.064,09	26.416,97	47.848,76
0,90	0,92	60.058,81	26.414,66	47.844,61
0,90	0,90	59.985,57	26.382,62	47.786,90

Tablo 6. Tedarik Zincirinin Değerlerinin Değişimi

Perakendeciden Üreticiye olan aksam	Üreticiden Tedarikçiye olan aksam	Merkez Kaç Model 1. Perakendecinin Karı	Merkez Kaç Model 2. Perakendecinin Karı	Merkez Kaç Model 3. Perakendecinin Karı	Merkez Kaç Model Üretici Karı	Merkez Kaç Model Tedarikçi Karı	Perakendeci Gelir Paylaşım Oranı	Üretici Gelir Paylaşım Oranı	Merkez Kaç Kontratlı 1. Perakendecinin Karı	Merkez Kaç Kontratlı 2. Perakendecinin Karı	Merkez Kaç Kontratlı 3. Perakendecinin Karı	Merkez Kaç Kontratlı Üretici Karı	Merkez Kaç Kontratlı Tedarikçi Karı
1,00	1,00	718,76	1587,92	1567,41	7525,88	15274,04	0,37726	0,32506	1600,23	2665,95	2642,23	8198,23	33208,70
1,00	0,98	717,87	1586,61	1566,10	7518,88	15260,05	0,37734	0,32513	1598,41	2663,67	2639,95	8191,12	33174,41
0,98	1,00	717,80	1586,50	1566,00	7518,32	15258,93	0,37727	0,32510	1598,25	2663,40	2639,68	8190,44	33174,55
1,00	0,96	716,96	1585,24	1564,75	7511,60	15245,48	0,37731	0,32514	1596,49	2661,16	2637,46	8183,55	33142,97
0,98	0,98	716,90	1585,16	1564,67	7511,19	15244,66	0,37731	0,32514	1596,38	2661,02	2637,32	8183,13	33141,20
0,96	1,00	716,81	1585,03	1564,53	7510,45	15243,20	0,37724	0,32510	1596,17	2660,70	2636,99	8182,27	33140,64
1,00	0,94	716,00	1583,82	1563,33	7504,01	15230,30	0,37728	0,32515	1594,49	2658,56	2634,86	8175,67	33110,22
0,98	0,96	715,97	1583,77	1563,29	7503,76	15229,80	0,37728	0,32515	1594,42	2658,47	2634,78	8175,41	33109,14
0,96	0,98	715,89	1583,66	1563,18	7503,17	15228,64	0,37728	0,32515	1594,27	2658,27	2634,58	8174,81	33106,63
0,94	1,00	715,78	1583,49	1563,01	7502,26	15226,80	0,37721	0,32511	1594,01	2657,88	2634,19	8173,75	33105,31
1,00	0,92	715,00	1582,33	1561,86	7496,09	15214,47	0,37725	0,32516	1592,40	2655,84	2632,15	8167,45	33076,06
0,98	0,94	714,99	1582,32	1561,84	7496,01	15214,32	0,37725	0,32516	1592,38	2655,81	2632,13	8167,37	33075,74
0,96	0,96	714,94	1582,24	1561,76	7495,59	15213,48	0,37725	0,32516	1592,27	2655,67	2631,98	8166,93	33073,92
0,94	0,98	714,84	1582,09	1561,62	7494,83	15211,94	0,37725	0,32516	1592,06	2655,40	2631,72	8166,14	33070,61
0,92	1,00	714,70	1581,89	1561,41	7493,71	15209,70	0,37717	0,32512	1591,75	2654,94	2631,27	8164,87	33068,46
0,98	0,92	713,97	1580,80	1560,34	7487,94	15198,17	0,37722	0,32516	1590,25	2653,04	2629,37	8158,98	33040,89
1,00	0,90	713,96	1580,78	1560,32	7487,82	15197,94	0,37722	0,32516	1590,22	2653,00	2629,33	8158,86	33040,39
0,96	0,94	713,94	1580,76	1560,29	7487,69	15197,68	0,37722	0,32517	1590,18	2652,95	2629,28	8158,73	33039,84
0,94	0,96	713,87	1580,64	1560,18	7487,09	15196,47	0,37722	0,32517	1590,02	2652,75	2629,08	8158,10	33037,22
0,92	0,98	713,74	1580,46	1560,00	7486,12	15194,53	0,37721	0,32517	1589,77	2652,41	2628,74	8157,09	33033,04
0,90	1,00	713,58	1580,21	1559,75	7484,78	15191,86	0,37714	0,32513	1589,40	2651,88	2628,21	8155,60	33030,00
0,98	0,90	712,91	1579,22	1558,77	7479,51	15181,31	0,37719	0,32517	1588,02	2650,14	2626,49	8150,23	33004,52
0,96	0,92	712,90	1579,21	1558,76	7479,46	15181,20	0,37719	0,32517	1588,01	2650,12	2626,47	8150,17	33004,29
0,94	0,94	712,85	1579,13	1558,68	7479,03	15180,34	0,37719	0,32517	1587,90	2649,98	2626,32	8149,72	33002,43
0,92	0,96	712,75	1578,98	1558,53	7478,22	15178,73	0,37718	0,32517	1587,68	2649,70	2626,04	8148,89	32998,94
0,90	0,98	712,60	1578,76	1558,31	7477,03	15176,35	0,37718	0,32518	1587,37	2649,29	2625,64	8147,65	32993,82
0,96	0,90	711,82	1577,60	1557,15	7470,86	15164,00	0,37715	0,32518	1585,74	2647,17	2623,53	8141,24	32967,18
0,94	0,92	711,79	1577,55	1557,11	7470,62	15163,53	0,37715	0,32518	1585,68	2647,09	2623,44	8140,99	32966,15
0,92	0,94	711,71	1577,44	1556,99	7469,99	15162,26	0,37715	0,32518	1585,51	2646,87	2623,23	8140,33	32963,42
0,90	0,96	711,58	1577,24	1556,80	7468,96	15160,21	0,37715	0,32518	1585,24	2646,52	2622,88	8139,27	32958,99
0,94	0,90	710,68	1575,91	1555,47	7461,84	15145,97	0,37712	0,32519	1583,37	2644,07	2620,44	8131,87	32928,27
0,92	0,92	710,63	1575,82	1555,39	7461,40	15145,09	0,37712	0,32519	1583,25	2643,92	2620,29	8131,42	32926,37
0,90	0,94	710,52	1575,66	1555,23	7460,55	15143,39	0,37711	0,32519	1583,02	2643,63	2620,00	8130,53	32922,70
0,92	0,90	709,50	1574,14	1553,72	7452,44	15127,17	0,37708	0,32520	1580,89	2640,84	2617,23	8122,11	32887,70
0,90	0,92	709,42	1574,02	1553,60	7451,78	15125,85	0,37708	0,32520	1580,71	2640,61	2617,00	8121,42	32884,85
0,90	0,90	708,26	1572,30	1551,89	7442,62	15107,54	0,37704	0,32521	1578,30	2637,47	2613,87	8111,91	32845,35

Tablo 7. 1-1-N Rekabetli Model Aksama Katsayılarına Göre Tedarik Zinciri Karı

Perakendeciden Üreticiye olan aksama	Üreticiden Tedarikçiye olan aksama	Merkezi Çözüm Tedarik Zinciri Toplam Karı	Merkez Kaç Kontratsız Tedarik Zinciri Toplam Karı	Kontratlı Tedarik Zinciri Toplam Karı
1,00	1,00	56.633,73	27.211,65	39.986,98
1,00	0,98	56.581,51	27.186,70	39.949,57
0,98	1,00	56.577,33	27.184,70	39.946,93
1,00	0,96	56.527,13	27.160,71	39.911,16
0,98	0,98	56.524,07	27.159,24	39.908,99
0,96	1,00	56.518,61	27.156,64	39.905,45
1,00	0,94	56.470,47	27.133,63	39.871,13
0,98	0,96	56.468,61	27.132,74	39.869,82
0,96	0,98	56.464,26	27.130,66	39.866,75
0,94	1,00	56.457,42	27.127,39	39.862,24
1,00	0,92	56.411,38	27.105,39	39.829,39
0,98	0,94	56.410,82	27.105,13	39.829,00
0,96	0,96	56.407,68	27.103,62	39.826,78
0,94	0,98	56.401,95	27.100,88	39.822,73
0,92	1,00	56.393,61	27.096,90	39.817,16
0,98	0,92	56.350,55	27.076,32	39.786,43
1,00	0,90	56.349,69	27.075,91	39.785,82
0,96	0,94	56.348,72	27.075,45	39.785,13
0,94	0,96	56.344,20	27.073,28	39.781,94
0,92	0,98	56.336,96	27.069,83	39.776,83
0,90	1,00	56.327,00	27.065,06	39.770,12
0,98	0,90	56.287,64	27.046,26	39.741,99
0,96	0,92	56.287,23	27.046,06	39.741,70
0,94	0,94	56.284,02	27.044,53	39.739,43
0,92	0,96	56.277,99	27.041,64	39.735,17
0,90	0,98	56.269,13	27.037,41	39.728,91
0,96	0,90	56.223,05	27.015,39	39.696,36
0,94	0,92	56.221,26	27.014,53	39.695,09
0,92	0,94	56.216,54	27.012,28	39.691,76
0,90	0,96	56.208,88	27.008,62	39.686,35
0,94	0,90	56.155,74	26.983,22	39.648,82
0,92	0,92	56.152,45	26.981,65	39.646,49
0,90	0,94	56.146,10	26.978,62	39.642,01
0,92	0,90	56.085,56	26.949,68	39.599,24
0,90	0,92	56.080,64	26.947,33	39.595,76
0,90	0,90	56.012,30	26.914,67	39.547,49

Tablo 8. 1-1-N Rekabetli Model Kontratlı ve Kontratsız Çözüm Verileri

Perakendeciden Üreticiye olan aksama	Üreticiden Tedarikçiye olan aksama	Kontratsız 1. Perakendecinin Karı	Kontratsız 2. Perakendecinin Karı	Kontratsız 3. Perakendecinin Karı	Kontratsız Üreticinin Toplam Karı	Kontratsız Tedarikçinin Karı	Perakendeci Gelir Paylaşım Oranı	Üretici Gelir Paylaşım Oranı	Kontratlı 1. Perakendecinin Karı	Kontratlı 2. Perakendecinin Karı	Kontratlı 3. Perakendecinin Karı	Kontratlı Üreticinin Toplam Karı	Kontratlı Tedarikçinin Karı
1,00	1,00	644,32	1489,89	1469,76	8036,90	15570,78	0,5405	0,4927	1095,67	2058,57	2036,59	8378,49	26417,66
1,00	0,98	643,51	1488,67	1468,55	8029,67	15556,31	0,5405	0,4927	1094,37	2056,79	2034,81	8371,02	26392,59
1,00	0,96	642,67	1487,39	1467,28	8022,13	15541,23	0,5405	0,4927	1093,00	2054,91	2032,94	8363,24	26367,06
1,00	0,94	641,80	1486,06	1465,96	8014,28	15525,53	0,5405	0,4927	1091,58	2052,95	2031,00	8355,14	26340,46
1,00	0,92	640,89	1484,68	1464,59	8006,09	15509,15	0,5405	0,4928	1090,10	2050,91	2028,97	8346,69	26312,72
1,00	0,90	639,94	1483,23	1463,15	7997,54	15492,05	0,5405	0,4928	1088,55	2048,78	2026,85	8337,87	26283,76
0,98	1,00	643,45	1488,57	1468,45	8029,09	15555,15	0,5405	0,4927	1094,26	2056,63	2034,66	8370,43	26390,96
0,98	0,98	642,63	1487,32	1467,21	8021,70	15540,38	0,5405	0,4927	1092,92	2054,80	2032,84	8362,81	26365,62
0,98	0,96	641,77	1486,02	1465,92	8014,02	15525,01	0,5405	0,4927	1091,53	2052,89	2030,93	8354,88	26339,59
0,98	0,94	640,88	1484,67	1464,57	8006,01	15509,00	0,5405	0,4928	1090,08	2050,89	2028,95	8346,61	26312,46
0,98	0,92	639,95	1483,25	1463,17	7997,66	15492,29	0,5405	0,4928	1088,57	2048,81	2026,88	8337,99	26284,17
0,98	0,90	638,98	1481,78	1461,71	7988,94	15474,85	0,5405	0,4928	1086,99	2046,64	2024,72	8329,00	26254,63
0,96	1,00	642,54	1487,19	1467,08	8020,95	15538,87	0,5405	0,4927	1092,78	2054,60	2032,64	8362,03	26363,40
0,96	0,98	641,70	1485,92	1465,82	8013,42	15523,81	0,5405	0,4927	1091,42	2052,74	2030,79	8354,25	26337,55
0,96	0,96	640,83	1484,59	1464,50	8005,57	15508,12	0,5405	0,4928	1090,00	2050,79	2028,84	8346,16	26310,98
0,96	0,94	639,92	1483,21	1463,13	7997,40	15491,78	0,5405	0,4928	1088,53	2048,75	2026,82	8337,73	26283,31
0,96	0,92	638,98	1481,77	1461,70	7988,88	15474,74	0,5405	0,4928	1086,98	2046,63	2024,71	8328,94	26254,44
0,96	0,90	637,99	1480,26	1460,20	7979,99	15456,95	0,5404	0,4928	1085,37	2044,41	2022,51	8319,76	26224,31
0,94	1,00	641,60	1485,76	1465,66	8012,47	15521,91	0,5405	0,4927	1091,25	2052,49	2030,54	8353,28	26334,68
0,94	0,98	640,74	1484,46	1464,37	8004,78	15506,54	0,5405	0,4928	1089,86	2050,59	2028,65	8345,34	26308,29
0,94	0,96	639,86	1483,10	1463,02	7996,78	15490,53	0,5405	0,4928	1088,41	2048,59	2026,66	8337,08	26281,18
0,94	0,94	638,93	1481,69	1461,62	7988,44	15473,85	0,5405	0,4928	1086,90	2046,52	2024,60	8328,48	26252,93
0,94	0,92	637,96	1480,22	1460,16	7979,74	15456,45	0,5404	0,4928	1085,33	2044,35	2022,44	8319,50	26223,47
0,94	0,90	636,95	1478,69	1458,63	7970,66	15438,29	0,5404	0,4929	1083,69	2042,09	2020,20	8310,14	26192,71
0,92	1,00	640,62	1484,26	1464,17	8003,62	15504,22	0,5405	0,4928	1089,65	2050,29	2028,35	8344,15	26304,72
0,92	0,98	639,74	1482,93	1462,85	7995,77	15488,52	0,5405	0,4928	1088,23	2048,35	2026,42	8336,05	26277,78
0,92	0,96	638,84	1481,55	1461,48	7987,60	15472,18	0,5405	0,4928	1086,75	2046,31	2024,39	8327,62	26250,10
0,92	0,94	637,89	1480,11	1460,05	7979,08	15455,14	0,5404	0,4928	1085,21	2044,19	2022,28	8318,83	26221,25
0,92	0,92	636,90	1478,61	1458,56	7970,20	15437,38	0,5404	0,4929	1083,60	2041,98	2020,08	8309,66	26191,16
0,92	0,90	635,87	1477,04	1457,00	7960,93	15418,84	0,5404	0,4929	1081,93	2039,67	2017,79	8300,10	26159,76
0,90	1,00	639,59	1482,70	1462,62	7994,39	15485,76	0,5405	0,4928	1087,98	2047,99	2026,06	8334,63	26273,46
0,90	0,98	638,70	1481,34	1461,27	7986,37	15469,72	0,5405	0,4928	1086,53	2046,00	2024,09	8326,35	26245,94
0,90	0,96	637,77	1479,93	1459,87	7978,02	15453,02	0,5404	0,4928	1085,02	2043,92	2022,02	8317,73	26217,66
0,90	0,94	636,81	1478,46	1458,41	7969,32	15435,62	0,5404	0,4929	1083,45	2041,76	2019,86	8308,76	26188,18
0,90	0,92	635,80	1476,92	1456,88	7960,25	15417,47	0,5404	0,4929	1081,80	2039,50	2017,62	8299,39	26157,45
0,90	0,90	634,75	1475,32	1455,29	7950,78	15398,53	0,5404	0,4929	1080,09	2037,14	2015,27	8289,62	26125,37

Tablo 9. 1-1-N Rekabetli Model Merkez Kaç Kontrath Çözüm Altında Tedarik Zinciri Oyuncularının Durumları

Tedarikçinin Karı	Tedarikçinin Satış Fiyatı	Üreticinin Karı	Üreticinin 3. Perakendeciye Satış Fiyatı	Üreticinin 2. Perakendeciye Satış Fiyatı	Üreticinin 1. Perakendeciye Satış Fiyatı	3. Perakendecinin Satış Miktarı	2. Perakendecinin Satış Miktarı	1. Perakendecinin Satış Miktarı	3. Perakendecinin Karı	2. Perakendecinin Karı	1. Perakendecinin Karı	Perakendecilerin Toplam Karı	3. Perakendeci Satış Fiyatı	2. Perakendeci Satış Fiyatı	1. Perakendeci Satış Fiyatı	Tedarik Zinciri Toplam Karı	Üretici Gelir Paylaşım Oranı	Perakendeci Gelir Paylaşım Oranı	Üretici Katsayısı
32.242,68	101,37	8.218,62	219,09	234,91	211,46	21,09	21,00	16,29	2.669,04	2.693,25	1.607,46	6.969,75	885,04	883,62	755,58	47.431,05	0,34	0,40	0,00
31.520,29	111,12	8.231,76	234,91	237,74	211,46	20,56	20,46	15,76	2.586,81	2.610,75	1.539,44	6.737,00	891,26	889,84	761,49	46.489,05	0,35	0,42	0,05
30.831,02	120,93	8.245,58	250,67	253,47	225,55	20,06	19,97	15,27	2.510,02	2.533,71	1.476,26	6.519,99	896,97	895,56	766,93	45.596,59	0,37	0,43	0,10
30.174,77	130,78	8.260,06	266,33	269,11	239,53	19,60	19,51	14,81	2.438,10	2.461,56	1.417,41	6.317,07	902,23	900,82	771,93	44.751,91	0,39	0,45	0,15
29.550,56	140,64	8.275,19	281,88	284,64	253,39	19,18	19,08	14,39	2.370,58	2.393,80	1.362,46	6.126,84	907,07	905,67	776,53	43.952,60	0,40	0,46	0,20
28.957,44	150,51	8.290,95	297,30	300,03	267,12	18,78	18,69	13,99	2.307,02	2.330,02	1.311,01	5.948,05	911,53	910,13	780,76	43.196,44	0,42	0,47	0,25
28.395,68	160,34	8.307,32	312,53	315,24	280,67	18,41	18,32	13,62	2.246,99	2.269,77	1.262,71	5.779,47	915,61	914,22	784,64	42.482,48	0,43	0,49	0,30
27.860,94	170,15	8.324,27	327,65	330,34	294,11	18,07	17,98	13,28	2.190,25	2.212,83	1.217,29	5.620,37	919,39	918,00	788,23	41.805,59	0,45	0,50	0,35
27.353,81	179,92	8.341,80	342,60	345,27	307,39	17,75	17,66	12,95	2.136,45	2.158,82	1.174,47	5.469,74	922,86	921,48	791,53	41.165,34	0,46	0,51	0,40
26.873,03	189,64	8.359,87	357,36	360,02	320,49	17,45	17,36	12,65	2.085,31	2.107,49	1.134,00	5.326,80	926,05	924,67	794,57	40.559,70	0,48	0,53	0,45
26.417,43	199,28	8.378,49	371,93	374,56	333,41	17,18	17,08	12,37	2.036,59	2.058,58	1.095,67	5.190,84	928,99	927,60	797,36	39.986,76	0,49	0,54	0,50
25.986,09	208,84	8.397,63	386,27	388,89	346,12	16,92	16,82	12,10	1.990,07	2.011,87	1.059,30	5.061,24	931,67	930,29	799,92	39.444,97	0,51	0,55	0,55
25.576,94	218,32	8.417,28	400,42	403,02	358,65	16,68	16,58	11,85	1.945,58	1.967,19	1.024,71	4.937,48	934,14	932,76	802,28	38.931,71	0,52	0,57	0,60
25.189,29	227,71	8.437,42	414,36	416,94	370,98	16,45	16,36	11,62	1.902,93	1.924,36	991,75	4.819,04	936,39	935,02	804,44	38.445,76	0,54	0,58	0,65
24.822,09	237,00	8.458,04	428,06	430,63	383,10	16,24	16,15	11,39	1.861,96	1.883,22	960,28	4.705,46	938,46	937,08	806,42	37.985,60	0,55	0,59	0,70
24.474,26	246,18	8.479,13	441,54	444,09	395,02	16,05	15,95	11,18	1.822,53	1.843,61	930,19	4.596,33	940,34	938,96	808,23	37.549,72	0,56	0,60	0,75
24.144,75	255,26	8.500,67	454,79	457,32	406,72	15,86	15,77	10,99	1.784,51	1.805,42	901,35	4.491,29	942,05	940,67	809,88	37.136,71	0,58	0,61	0,80
23.832,61	264,24	8.522,66	467,80	470,32	418,22	15,69	15,59	10,80	1.747,78	1.768,52	873,67	4.389,98	943,60	942,23	811,39	36.745,25	0,59	0,63	0,85
23.536,94	273,09	8.545,08	480,58	483,08	429,51	15,53	15,43	10,63	1.712,24	1.732,81	847,06	4.292,11	945,00	943,63	812,76	36.374,13	0,60	0,64	0,90
23.256,89	281,84	8.567,92	493,13	495,61	440,58	15,38	15,28	10,46	1.677,78	1.698,19	821,43	4.197,40	946,26	944,89	813,99	36.022,21	0,61	0,65	0,95
22.991,65	290,47	8.591,18	505,44	507,90	451,44	15,24	15,14	10,30	1.644,32	1.664,56	796,70	4.105,58	947,38	946,01	815,11	35.688,41	0,63	0,66	1,00

Tablo 10. 1-1-N Rekabetli Model Merkez Kaç Kontratsız Çözüm Altında Tedarik Zinciri Oyuncularının Durumları

d İkame Katsayısı	Merkezi Model Tedarik Zinciri Toplam Karı	Tedarik Zinciri Toplam Kar	1. Perakendeci Satış Fiyatı	2. Perakendeci Satış Fiyatı	3. Perakendeci Satış Fiyatı	Perakendecilerin Toplam Karı	1. Perakendecinin Karı	2. Perakendecinin Karı	3. Perakendecinin Karı	1. Perakendecinin Satış Miktarı	2. Perakendecinin Satış Miktarı	3. Perakendecinin Satış Miktarı	Üreticinin 1. Perakendeciye Satış Fiyatı	Üreticinin 2. Perakendeciye Satış Fiyatı	Üreticinin 3. Perakendeciye Satış Fiyatı	Üreticinin Karı	Tedarikçinin Satış Fiyatı	Tedarikçinin Karı
0,00	60.651,60	26.674,01	896,17	1.045,67	1.046,67	3.874,08	718,76	1.587,92	1.567,41	6,92	10,29	10,22	783,33	884,33	882,33	7.748,17	573,67	15.051,76
0,05	60.251,67	26.727,54	895,12	1.044,12	1.045,13	3.849,15	711,63	1.579,00	1.558,52	6,92	10,33	10,27	783,33	884,33	882,33	7.776,30	573,67	15.102,10
0,10	59.851,60	26.781,13	894,06	1.042,57	1.043,59	3.823,77	704,43	1.569,90	1.549,44	6,92	10,38	10,31	783,33	884,33	882,33	7.804,58	573,67	15.152,77
0,15	59.451,30	26.834,77	892,99	1.041,01	1.042,03	3.797,94	697,16	1.560,60	1.540,17	6,93	10,43	10,36	783,33	884,33	882,33	7.833,03	573,67	15.203,79
0,20	59.050,65	26.888,46	891,90	1.039,44	1.040,48	3.771,65	689,83	1.551,11	1.530,71	6,93	10,47	10,40	783,33	884,33	882,33	7.861,65	573,67	15.255,16
0,25	58.649,55	26.942,20	890,80	1.037,86	1.038,91	3.744,90	682,43	1.541,42	1.521,06	6,93	10,52	10,45	783,33	884,33	882,33	7.890,43	573,67	15.306,87
0,30	58.247,90	26.996,00	889,69	1.036,28	1.037,34	3.717,68	674,95	1.531,52	1.511,21	6,93	10,57	10,49	783,33	884,33	882,33	7.919,38	573,67	15.358,93
0,35	57.845,60	27.049,84	888,56	1.034,69	1.035,75	3.689,99	667,41	1.521,43	1.501,15	6,94	10,61	10,54	783,33	884,33	882,33	7.948,50	573,67	15.411,35
0,40	57.442,54	27.103,73	887,42	1.033,09	1.034,16	3.661,81	659,79	1.511,13	1.490,90	6,94	10,66	10,59	783,33	884,33	882,33	7.977,79	573,67	15.464,13
0,45	57.038,62	27.157,67	886,27	1.031,48	1.032,57	3.633,14	652,09	1.500,61	1.480,43	6,94	10,71	10,63	783,33	884,33	882,33	8.007,26	573,67	15.517,27
0,50	56.633,73	27.211,65	885,10	1.029,87	1.030,96	3.603,97	644,32	1.489,89	1.469,76	6,95	10,75	10,68	783,33	884,33	882,33	8.036,90	573,67	15.570,78
0,55	56.227,79	27.265,68	883,92	1.028,24	1.029,35	3.574,30	636,46	1.478,95	1.458,88	6,95	10,80	10,73	783,33	884,33	882,33	8.066,73	573,67	15.624,66
0,60	55.820,67	27.319,76	882,72	1.026,61	1.027,72	3.544,11	628,53	1.467,80	1.447,78	6,95	10,85	10,77	783,33	884,33	882,33	8.096,73	573,67	15.678,91
0,65	55.412,29	27.373,87	881,52	1.024,97	1.026,09	3.513,40	620,52	1.456,42	1.436,47	6,96	10,90	10,82	783,33	884,33	882,33	8.126,93	573,67	15.733,54
0,70	55.002,53	27.428,02	880,29	1.023,33	1.024,45	3.482,16	612,42	1.444,82	1.424,93	6,96	10,95	10,87	783,33	884,33	882,33	8.157,30	573,67	15.788,55
0,75	54.591,30	27.482,21	879,05	1.021,67	1.022,80	3.450,39	604,23	1.432,99	1.413,17	6,97	10,99	10,91	783,33	884,33	882,33	8.187,87	573,67	15.843,95
0,80	54.178,49	27.536,44	877,80	1.020,00	1.021,15	3.418,07	595,96	1.420,93	1.401,18	6,97	11,04	10,96	783,33	884,33	882,33	8.218,63	573,67	15.899,74
0,85	53.764,00	27.590,70	876,54	1.018,33	1.019,48	3.385,19	587,60	1.408,63	1.388,96	6,98	11,09	11,01	783,33	884,33	882,33	8.249,59	573,67	15.955,92
0,90	53.347,73	27.645,00	875,26	1.016,64	1.017,80	3.351,76	579,16	1.396,10	1.376,50	6,98	11,14	11,06	783,33	884,33	882,33	8.280,74	573,67	16.012,51
0,95	52.929,57	27.699,32	873,96	1.014,95	1.016,12	3.317,75	570,61	1.383,32	1.363,81	6,99	11,19	11,11	783,33	884,33	882,33	8.312,09	573,67	16.069,49
1,00	52.509,42	27.753,67	872,66	1.013,24	1.014,42	3.283,16	561,98	1.370,30	1.350,87	7,00	11,24	11,16	783,33	884,33	882,33	8.343,64	573,67	16.126,88

Tablo 11. 1-1-N Rekabetli Model Merkez Kaç Kontratlı Çözüm Altında Tedarik Zinciri Oyuncularının Kar Değişim Oranları

d İkame Katsayısı	Kontratsız 1. Perakendecinin Karı	Kontratlı 1. Perakendecinin Karı	Değişim %	Kontratsız 2. Perakendecinin Karı	Kontratlı 2. Perakendecinin Karı	Değişim %	Kontratsız 3. Perakendecinin Karı	Kontratlı 3. Perakendecinin Karı	Değişim %	Kontratsız Üreticinin Karı	Kontratlı Üreticinin Karı	Değişim %	Kontratsız Tedarikçinin Karı	Kontratlı Tedarikçinin Karı	Değişim %
0,00	718,76	1.607,46	124%	1.587,92	2.693,25	70%	1.567,41	2.669,04	70%	7.748,17	8.218,62	6%	15.051,76	32.242,68	114%
0,05	711,63	1.539,44	116%	1.579,00	2.610,75	65%	1.558,52	2.586,81	66%	7.776,30	8.231,76	6%	15.102,10	31.520,29	109%
0,10	704,43	1.476,26	110%	1.569,90	2.533,71	61%	1.549,44	2.510,02	62%	7.804,58	8.245,58	6%	15.152,77	30.831,02	103%
0,15	697,16	1.417,41	103%	1.560,60	2.461,56	58%	1.540,17	2.438,10	58%	7.833,03	8.260,06	5%	15.203,79	30.174,77	98%
0,20	689,83	1.362,46	98%	1.551,11	2.393,80	54%	1.530,71	2.370,58	55%	7.861,65	8.275,19	5%	15.255,16	29.550,56	94%
0,25	682,43	1.311,01	92%	1.541,42	2.330,02	51%	1.521,06	2.307,02	52%	7.890,43	8.290,95	5%	15.306,87	28.957,44	89%
0,30	674,95	1.262,71	87%	1.531,52	2.269,77	48%	1.511,21	2.246,99	49%	7.919,38	8.307,32	5%	15.358,93	28.395,68	85%
0,35	667,41	1.217,29	82%	1.521,43	2.212,83	45%	1.501,15	2.190,25	46%	7.948,50	8.324,27	5%	15.411,35	27.860,94	81%
0,40	659,79	1.174,47	78%	1.511,13	2.158,82	43%	1.490,90	2.136,45	43%	7.977,79	8.341,80	5%	15.464,13	27.353,81	77%
0,45	652,09	1.134,00	74%	1.500,61	2.107,49	40%	1.480,43	2.085,31	41%	8.007,26	8.359,87	4%	15.517,27	26.873,03	73%
0,50	644,32	1.095,67	70%	1.489,89	2.058,58	38%	1.469,76	2.036,59	39%	8.036,90	8.378,49	4%	15.570,78	26.417,43	70%
0,55	636,46	1.059,30	66%	1.478,95	2.011,87	36%	1.458,88	1.990,07	36%	8.066,73	8.397,63	4%	15.624,66	25.986,09	66%
0,60	628,53	1.024,71	63%	1.467,80	1.967,19	34%	1.447,78	1.945,58	34%	8.096,73	8.417,28	4%	15.678,91	25.576,94	63%
0,65	620,52	991,75	60%	1.456,42	1.924,36	32%	1.436,47	1.902,93	32%	8.126,93	8.437,42	4%	15.733,54	25.189,29	60%
0,70	612,42	960,28	57%	1.444,82	1.883,22	30%	1.424,93	1.861,96	31%	8.157,30	8.458,04	4%	15.788,55	24.822,09	57%
0,75	604,23	930,19	54%	1.432,99	1.843,61	29%	1.413,17	1.822,53	29%	8.187,87	8.479,13	4%	15.843,95	24.474,26	54%
0,80	595,96	901,35	51%	1.420,93	1.805,42	27%	1.401,18	1.784,51	27%	8.218,63	8.500,67	3%	15.899,74	24.144,75	52%
0,85	587,60	873,67	49%	1.408,63	1.768,52	26%	1.388,96	1.747,78	26%	8.249,59	8.522,66	3%	15.955,92	23.832,61	49%
0,90	579,16	847,06	46%	1.396,10	1.732,81	24%	1.376,50	1.712,24	24%	8.280,74	8.545,08	3%	16.012,51	23.536,94	47%
0,95	570,61	821,43	44%	1.383,32	1.698,19	23%	1.363,81	1.677,78	23%	8.312,09	8.567,92	3%	16.069,49	23.256,89	45%
1,00	561,98	796,70	42%	1.370,30	1.664,56	21%	1.350,87	1.644,32	22%	8.343,64	8.591,18	3%	16.126,88	22.991,65	43%

SONUÇ

Bu çalışmanın sonuç bölümünde, önceki bölümlerde detaylı bir şekilde analiz edilen tedarik zinciri yapılarının sonuçlarına ve bu sonuçların tedarik zinciri yönetimi stratejilerine olan etkilerine odaklanacağız. Önceki bölümlerde yapılan analizler, tedarik zinciri yapılarının- merkezi, merkez kaç ve merkez kaç kontratlı yapılarının- performanslarının benzer veri setleri kullanılarak nasıl farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Özellikle yapılan karşılaştırmalı analiz, rekabetsiz ve rekabetli ortamların tedarik zinciri oyuncularının karlılığı üzerindeki etkilerini gözler önüne sermiştir.

Bu analizlerin ortaya koyduğu en çarpıcı bulgulardan biri, rekabetsiz ortamda kontrat uygulanması durumunun, tüm perakendeciler için en karlı çözüm olduğunun gösterilmesidir. Bunun yanı sıra, rekabetin var olduğu kontratlı modelin, rekabetin olmadığı kontratsız modele göre daha iyi sonuçlar elde etmesi dikkat çekici bir sonuçtur. Bu, tedarik zinciri yönetimi literatüründe, rekabet ve kontrat uygulamalarının birleşik etkilerinin önemini vurgulamaktadır. Tedarikçi ve üretici karlarının karşılaştırılmasında ise, rekabetin var olduğu ve kontrat uygulanan durumun, üreticiler için en karlı durum olduğu gözlemlenmiştir. Tedarikçiler için ise, kontratlı senaryolar genellikle en iyi sonuçları verirken, rekabetin varlığı veya yokluğundan bağımsız olarak, kontratın varlığının daha iyi karlılıklar sağladığı ortaya çıkmıştır.

Bu sonuçlar, tedarik zinciri yönetimi stratejilerinin, piyasa koşulları ve rekabet dinamiklerini dikkate alarak şekillendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Ayrıca, tedarik zinciri yapılandırılmalarının ve karar verme süreçlerinin, bu tür karmaşık etkileşimleri anlamak ve buna göre uyarlanmak üzere tasarlanması gerektiğini vurgulamaktadır.

Gelecek araştırmalar, mevcut çalışmamızdan farklı olarak, gelir paylaşımı kontratlarının ötesindeki alternatif kontrat yapılarıyla tedarik zinciri koordinasyonunu ele alabilir. Özellikle, tedarikçi veya üretici tarafında ikincil (yedek) tedarikçi ve üretici senaryolarının entegrasyonu üzerine odaklanılabilir. Bu senaryolar, tedarik zinciri esnekliğini ve risk yönetimini artırmak için kapasite sınırlamalarını içerebilir. Ek olarak, operasyonel aksamalardan kaynaklanan stok fazlası durumlarını ele almak üzere, üretici ve tedarikçilerin ellerinde kalan envanterin periyodik bir yapıda

modellenmesi ve sonraki dönemlerde kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi araştırılabilir. Bu yaklaşım, tedarik zinciri süreçlerindeki kesintisizliği ve operasyonel verimliliği artırmayı hedeflerken aynı zamanda tedarik zinciri yönetiminde stratejik karar alma süreçlerine katkıda bulunabilir. Tedarik zinciri yönetimindeki bu tür kapsamlı ve karşılaştırmalı analizler, sektördeki uygulayıcılar ve akademisyenler için değerli bir kaynak olarak hizmet edecektir.



KAYNAKÇA

- Aljazzar, S. M., Jaber, M. Y., & Moussawi-Haidar, L. (2017). Coordination of a three-level supply chain (supplier–manufacturer–retailer) with permissible delay in payments and price discounts. *Applied Mathematical Modelling*, 48, 289-302.
- Arshinder K.& Deshmukh, S. G. (2008). Supply chain coordination: perspectives, empirical studies and research directions. *International Journal of Production Economics*, 115(2), 316-335.
- Asfaw, D., & Venkataraman, S. V. (2020). Quantity flexible contract under information asymmetry. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 37(5), 205-214.
- Aslani, A., & Heydari, J. (2019). Transshipment contract for coordination of a green dual-channel supply chain under channel disruption. *Journal of Cleaner Production*, 223, 596-609.
- Avinadav, T., Chernonog, T., & Perlman, Y. (2015). The effect of risk sensitivity on a supply chain of mobile applications under a consignment contract with revenue sharing and quality investment. *International Journal of Production Economics*, 168, 31-40.
- Ballou, R. H., Gilbert, S. M., & Mukherjee, A. (2000). New managerial challenges from supply chain opportunities. *Industrial Marketing Management*, 29(1), 7-18.
- Beheshti, S., Heydari, J., & Sazvar, Z. (2022). Food waste recycling closed loop supply chain optimization through renting waste recycling facilities. *Sustainable Cities and Society*, 78, 103644.
- Bhattacharyya, J., Marathe, R. R., & Srinivasan, G. (2023). Probabilistic Audit in a Revenue Sharing Contract Under Asymmetric Demand Information. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 8(4), 640-649.

- Cachon, G. P. (2003). Supply chain coordination with contracts. *Handbooks in Operations Research and Management Science*, 11, 227-339.
- Cachon, G. P., & Lariviere, M. A. (2005). Supply chain coordination with revenue-sharing contracts: strengths and limitations. *Management science*, 51(1), 30-44.
- Cachon, G. P., & Zipkin, P. H. (1999). Competitive and cooperative inventory policies in a two-stage supply chain. *Management Science*, 45(7), 936-953.
- Cai, J., Hu, X., Tadikamalla, P. R., & Shang, J. (2017). Flexible contract design for VMI supply chain with service-sensitive demand: Revenue-sharing and supplier subsidy. *European Journal of Operational Research*, 261(1), 143-153.
- Calzolari, G., & Denicolò, V. (2011). On the anti-competitive effects of quantity discounts. *International Journal of Industrial Organization*, 29(3), 337-341.
- Cao, E. (2014). Coordination of dual-channel supply chains under demand disruptions management decisions. *International Journal of Production Research*, 52(23), 7114-7131.
- Cao, E., Wan, C., & Lai, M. (2013). Coordination of a supply chain with one manufacturer and multiple competing retailers under simultaneous demand and cost disruptions. *International Journal of Production Economics*, 141(1), 425-433.
- Cheaitou, A., & Cheaytou, R. (2019). A two-stage capacity reservation supply contract with risky supplier and forecast updating. *International Journal of Production Economics*, 209, 42-60.
- Chen, J., & 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(2), 293-300.
- Chen, X., Shum, S., & Simchi-Levi, D. (2014). Stable and coordinating contracts for a supply chain with multiple risk-averse suppliers. *Production and Operations Management*, 23(3), 379-392.

- Chen, J., Zhao, X., & Shen, Z. J. (2015). Risk mitigation benefit from backup suppliers in the presence of the horizontal fairness concern. *Decision Sciences*, 46(4), 663-696.
- Chen, Z. S., Wu, S., Govindan, K., Wang, X. J., Chin, K. S., & Martínez, L. (2022). Optimal pricing decision in a multi-channel supply chain with a revenue-sharing contract. *Annals of Operations Research*, 318(1), 67-102.
- Chen, L. T., & Wei, C. C. (2012). Multi-period channel coordination in vendor-managed inventory for deteriorating goods. *International Journal of Production Research*, 50(16), 4396-4413.
- Chiu, C. H., Choi, T. M., & Li, X. (2011). Supply chain coordination with risk sensitive retailer under target sales rebate. *Automatica*, 47(8), 1617-1625.
- Choi, T. M., Ma, C., Shen, B., & Sun, Q. (2019). Optimal pricing in mass customization supply chains with risk-averse agents and retail competition. *Omega*, 88, 150-161.
- Das, R., De, P. K., & Barman, A. (2021). Pricing and ordering strategies in a two-echelon supply chain under price discount policy: a Stackelberg game approach. *Journal of Management Analytics*, 8(4), 646-672.
- De Giovanni, P., & Roselli, M. (2012). Overcoming the drawbacks of a revenue-sharing contract through a support program. *Annals of Operations Research*, 196, 201-222.
- Diabat, A., Jabbarzadeh, A., & Khosrojerdi, A. (2019). A perishable product supply chain network design problem with reliability and disruption considerations. *International journal of production economics*, 212, 125-138.
- Ding, D., & Chen, J. (2008). Coordinating a three level supply chain with flexible return policies. *Omega*, 36(5), 865-876.
- Dong, C., Shen, B., Chow, P. S., Yang, L., & Ng, C. T. (2016). Sustainability investment under cap-and-trade regulation. *Annals of Operations Research*, 240, 509-531.

- Dong, B., Ren, Y., & McIntosh, C. (2023). A co-opetitive newsvendor model with product substitution and a wholesale price contract. *European Journal of Operational Research*, 311 (2023), 502–514.
- Donohue, K. L. (2000). Efficient supply contracts for fashion goods with forecast updating and two production modes. *Management Science*, 46(11), 1397-1411.
- Duan, Y., Luo, J., & Huo, J. (2010). Buyer–vendor inventory coordination with quantity discount incentive for fixed lifetime product. *International Journal of Production Economics*, 128(1), 351-357.
- Emmons, H., & Gilbert, S. M. (1998). Note. The role of returns policies in pricing and inventory decisions for catalogue goods. *Management Science*, 44(2), 276-283.
- Fattahi, M. (2021). Resilient procurement planning for supply chains: A case study for sourcing a critical mineral material. *Resources Policy*, 74, 101093.
- Feng, H., Li, J., & Zhao, D. (2013). Retailer’s optimal replenishment and payment policies in the EPQ model under cash discount and two-level trade credit policy. *Applied Mathematical Modelling*, 37(5), 3322-3339.
- Feng, X., Moon, I., & Ryu, K. (2014). Revenue-sharing contracts in an N-stage supply chain with reliability considerations. *International Journal of Production Economics*, 147, 20-29.
- Forrester J. W. (1961). *Industrial dynamics*. M.I.T. Press.
- Ghadge, A., Dani, S., Ojha, R., & Caldwell, N. (2017). Using risk sharing contracts for supply chain risk mitigation: A buyer-supplier power and dependence perspective. *Computers & Industrial Engineering*, 103, 262-270.
- Giannoccaro, I., & Pontrandolfo, P. (2004). Supply chain coordination by revenue sharing contracts. *International Journal of Production Economics*, 89(2), 131-139.
- Giri, B. C., Roy, B., & Maiti, T. (2017). Multi-manufacturer pricing and quality management strategies in the presence of brand differentiation and return policy. *Computers & Industrial Engineering*, 105, 146-157.

- Giri, B. C., Majhi, J. K., & Chaudhuri, K. (2021). Coordination mechanisms of a three-layer supply chain under demand and supply risk uncertainties. *RAIRO-Operations Research*, 55, 2593-2617.
- Gong, F., Kung, D. S., & Zeng, T. (2018). The impact of different contract structures on IT investment in logistics outsourcing. *International Journal of Production Economics*, 195, 158-167.
- Govindan, K., Hosseini-Motlagh, S. M., Nematollahi, M., & Jokar, A. (2019). An adjustable bi-level wholesale price contract for coordinating a supply chain under scenario-based stochastic demand. *International Journal of Production Economics*, 214, 175-195.
- Govindan, K., & Popiuc, M. N. (2014). Reverse supply chain coordination by revenue sharing contract: A case for the personal computers industry. *European Journal of Operational Research*, 233(2), 326-336.
- Ha, A. Y., Luo, H., & Shang, W. (2022). Supplier encroachment, information sharing, and channel structure in online retail platforms. *Production and Operations Management*, 31(3), 1235-1251.
- He, Y. (2017). Supply risk sharing in a closed-loop supply chain. *International Journal of Production Economics*, 183, 39-52.
- He, Y., Zhao, X., Zhao, L., & He, J. (2009). Coordinating a supply chain with effort and price dependent stochastic demand. *Applied Mathematical Modelling*, 33(6), 2777-2790.
- He, Y., & Zhao, X. (2012). Coordination in multi-echelon supply chain under supply and demand uncertainty. *International Journal of Production Economics*, 139(1), 106-115.
- Hematyar, S., Chaharsooghi, K., & Malakafali, P. (2014). Supply chain coordination with consumer returns using a sales rebate Contract and VMI partnership. Y. Guan ve H. Liao (Ed). *64th Annual Conference and Expo of the Institute of Industrial Engineers, 31 Mayıs-3 Haziran 2014, bildiri kitabı* (s. 3921-3927) içinde. Montreal, Canada.

- Heydari, J., & Asl-Najafi, J. (2016). Coordinating inventory decisions in a two-echelon supply chain through the target sales rebate contract. *International Journal of Inventory Research*, 3(1), 49-69.
- Hou, Y., Wei, F., Li, S. X., Huang, Z., & 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.
- Hou, J., Zeng, A. Z., & Sun, L. (2017). Backup sourcing with capacity reservation under uncertain disruption risk and minimum order quantity. *Computers & Industrial Engineering*, 103, 216-226.
- Hsueh, C. F. (2014). Improving corporate social responsibility in a supply chain through a new revenue sharing contract. *International Journal of Production Economics*, 151, 214-222.
- Huang, Y. F. (2016). An EPQ model under cash discount and permissible delay in payments derived without derivatives. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 17(2), 177-193.
- Jabbarzadeh, A., Haughton, M., & Khosrojerdi, A. (2018). Closed-loop supply chain network design under disruption risks: A robust approach with real world application. *Computers & Industrial Engineering*, 116, 178-191.
- Jaber, M. Y., Osman, I. H., & Guiffrida, A. L. (2006). Coordinating a three-level supply chain with price discounts, price dependent demand, and profit sharing. *International Journal of Integrated Supply Management*, 2(1-2), 28-48.
- Ji, T., Xu, X., Yan, X., & Yu, Y. (2020). The production decisions and cap setting with wholesale price and revenue sharing contracts under cap-and-trade regulation. *International Journal of Production Research*, 58(1), 128-147.
- John, L., Gurumurthy, A., Mateen, A., & Narayanamurthy, G. (2022). Improving the coordination in the humanitarian supply chain: Exploring the role of options contract. *Annals of Operations Research*, 319(1), 15-40.

- Kim, G., & Wu, C. H. (2013). Scenario aggregation for supply chain quantity-flexibility contract. *International journal of systems science*, 44(11), 2166-2182.
- Kord, H., & Samouei, P. (2023). Coordination of humanitarian logistic based on the quantity flexibility contract and buying in the spot market under demand uncertainty using NSGA-II and NREGA algorithms. *Expert Systems with Applications*, 214, 119187.
- Köle, H., & Bakal, I. S. (2017). Value of information through options contract under disruption risk. *Computers & Industrial Engineering*, 103, 85-97.
- Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). Issues in supply chain management. *Industrial Marketing Management*, 29(1), 65-83.
- Lariviere, M. A., & Porteus, E. L. (2001). Selling to the newsvendor: An analysis of price-only contracts. *Manufacturing & Service Operations Management*, 3(4), 293-305.
- Lau, H. S., & Lau, A. H. L. (1999). Manufacturer's pricing strategy and return policy for a single-period commodity. *European Journal of Operational Research*, 116(2), 291-304.
- Lee, H. L. (2000). Creating value through supply chain integration. *Supply Chain Management Review*, 4(4), 30-36.
- Lee, H. L., & Rosenblatt, M. J. (1986). A generalized quantity discount pricing model to increase supplier's profits. *Management Science*, 32(9), 1177-1185.
- Li, G., Zhang, L., Guan, X., & Zheng, J. (2016). Impact of decision sequence on reliability enhancement with supply disruption risks. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 90, 25-38.
- Li, G., Zhang, L., Guan, X., & Zheng, J. (2016). Impact of decision sequence on reliability enhancement with supply disruption risks. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 90, 25-38.

- Liang, G., & Gu, C. (2021). The value of target sales rebate contracts in a supply chain with downstream competition. *International Journal of Production Economics*, 242, 108290.
- Lin, G., Xiong, X., Li, Y., & Zhu, X. (2023). Sales mode selection strategic analysis for risk-averse manufacturers under revenue sharing contracts. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 14(1), 1-16.
- Liu, X., Li, J., Wu, J., & Zhang, G. (2017). Coordination of supply chain with a dominant retailer under government price regulation by revenue sharing contracts. *Annals of Operations Research*, 257, 587-612.
- Liu, J., Xiao, T., Tian, C., & Wang, H. (2020). Ordering and returns handling decisions and coordination in a supply chain with demand uncertainty. *International Transactions in Operational Research*, 27(2), 1033-1057.
- Liu, H., & Yan, Q. (2024). Revenue-sharing contract in a three-tier online supply chain under EB platform financing. *Finance Research Letters*, 59, 104773.
- Lu, Q., Shi, V., & Huang, J. (2018). Who benefit from agency model: A strategic analysis of pricing models in distribution channels of physical books and e-books. *European Journal of Operational Research*, 264(3), 1074-1091.
- Ma, K., Wang, C., Yang, J., Hua, C., & Guan, X. (2017). Pricing mechanism with noncooperative game and revenue sharing contract in electricity market. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 49(1), 97-106.
- Mohammad A.A., & Selim, S. Z. (2017). Risk-averse multi-product selective newsvendor problem with different market entry scenarios under CVaR criterion. *Computers & Industrial Engineering*, 103, 250-26
- Monahan, J. P. (1984). A quantity discount pricing model to increase vendor profits. *Management science*, 30(6), 720-726.
- Moon, I., Feng, X. H., & Ryu, K. Y. (2015). Channel coordination for multi-stage supply chains with revenue-sharing contracts under budget constraints. *International Journal of Production Research*, 53(16), 4819-4836.

- Motlagh S. M., Johari, M., Nematollahi, M., & Pazari, P. (2023). Reverse supply chain management with dual channel and collection disruptions: supply chain coordination and game theory approaches. *Annals of Operations Research*, 324(1-2), 215-248.
- Motlagh S. H. Johari M. Nematollahi M. & Pazari P. 2022. "Reverse supply chainmanagement with dual channel and collection disruptions: supply chain coordination and game theory approaches." *Annals of Operations Research* 324:215–248.
- Munson, C. L., & Rosenblatt, M. J. (2001). Coordinating a three-level supply chain with quantity discounts. *IIE transactions*, 33(5), 371-384.
- Nikkhoo, F., Bozorgi-Amiri, A., & Heydari, J. (2018). Coordination of relief items procurement in humanitarian logistic based on quantity flexibility contract. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 31, 331-340.
- Ouardighi, F. (2014). Supply quality management with optimal wholesale price and revenue sharing contracts: A two-stage game approach. *International journal of production economics*, 156, 260-268.
- Padmanabhan, V., & Png, I. P. (1997). Manufacturer's return policies and retail competition. *Marketing Science*, 16(1), 81-94.
- Pasternack, B. A. (1985). Optimal pricing and return policies for perishable commodities. *Marketing science*, 4(2), 166-176.
- Rusdiansyah, A., & Putri, R. D. A. (2020). Model of stochastic spanning revenue-sharing contracts for multi-echelon supply chains. *Journal of Revenue and Pricing Management*, 19, 302-313.
- Sarkar, B. (2016). Supply chain coordination with variable backorder, inspections, and discount policy for fixed lifetime products. *Mathematical Problems in Engineering*, vol 2016, 1-15.
- Sarkar, S., & Bhala, S. (2021). Coordinating a closed loop supply chain with fairness concern by a constant wholesale price contract. *European Journal of Operational Research*, 295(1), 140-156.

- Seifbarghy, M., Nouhi, K., & Mahmoudi, A. (2015). Contract design in a supply chain considering price and quality dependent demand with customer segmentation. *International Journal of Production Economics*, 167, 108-118..
- Shen, J. (2021). Uncertain two-echelon green supply chain models based on revenue sharing contract. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 12(7), 2059-2068.
- Shi, J., Du, Q., Lin, F., Li, Y., Bai, L., Fung, R. Y., & Lai, K. K. (2020). Coordinating the supply chain finance system with buyback contract: A capital-constrained newsvendor problem. *Computers & Industrial Engineering*, 146, 106587.
- Sobhan A. & Xiaofeng N. (2014). Coordination in supply chains with uncertain demand and disruption risks: Existence, analysis, and insights. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 44(9), 1139-1154.
- Soleimani, F., Arshadi Khamseh, A., & Naderi, B. (2016). Optimal decisions in a dual-channel supply chain under simultaneous demand and production cost disruptions. *Annals of Operations Research*, 243, 301-321.
- Stank, T. P., Goldsby, T. J., & Vickery, S. K. (1999). Effect of service supplier performance on satisfaction and loyalty of store managers in the fast food industry. *Journal of Operations Management*, 17(4), 429-447.
- Taleizadeh, A. A., Rabiei, N., & Noori-Daryan, M. (2019). Coordination of a two-echelon supply chain in presence of market segmentation, credit payment, and quantity discount policies. *International Transactions in Operational Research*, 26(4), 1576-1605.
- Tang, S. Y., Gurnani, H., & Gupta, D. (2014). Managing disruptions in decentralized supply chains with endogenous supply process reliability. *Production and Operations Management*, 23(7), 1198-1211.
- Taylor, T. A. (2002). Supply chain coordination under channel rebates with sales effort effects. *Management Science*, 48(8), 992-1007.

- Thangam, A. (2015). Retailer's inventory system in a two-level trade credit financing with selling price discount and partial order cancelations. *Journal of Industrial Engineering International*, 11, 159-170.
- Tilson, V. (2008). Monotonicity properties of wholesale price contracts. *Mathematical Social Sciences*, 56(1), 127-143.
- Tsay, A. A. (1999). The quantity flexibility contract and supplier-customer incentives. *Management science*, 45(10), 1339-1358.
- Van Der Rhee, B., Van Der Veen, J. A., Venugopal, V., & Nalla, V. R. (2010). A new revenue sharing mechanism for coordinating multi-echelon supply chains. *Operations research letters*, 38(4), 296-301.
- Viswanathan, S., & Wang, Q. (2003). Discount pricing decisions in distribution channels with price-sensitive demand. *European Journal of Operational Research*, 149(3), 571-587.
- Wang, N., Fang, X., Gou, Q., & Liang, L. (2017). Supply chain performance under pull or push contracts in the presence of a market disruption. *International Transactions in Operational Research*, 24(4), 713-736.
- Wang, J. C., Wang, Z., Wang, Y. Y., & Lai, F. (2017). Impacts of information reliability in a supply chain with market disruption risks. *International Transactions in Operational Research*, 24(4), 737-761.
- Wang, J. C., Wang, Y. Y., & Che, T. (2019). Information sharing and the impact of shutdown policy in a supply chain with market disruption risk in the social media era. *Information & Management*, 56(2), 280-293.
- Wang, J., & Shin, H. (2015). The impact of contracts and competition on upstream innovation in a supply chain. *Production and Operations Management*, 24(1), 134-146.
- Wang, Y., & Zipkin, P. (2009). Agents' incentives under buy-back contracts in a two-stage supply chain. *International Journal of Production Economics*, 120(2), 525-539.

- Wee, H. M. (1999). Deteriorating inventory model with quantity discount, pricing and partial backordering. *International Journal of Production Economics*, 59(1-3), 511-518.
- Wong, W. K., Qi, J., & Leung, S. Y. S. (2009). Coordinating supply chains with sales rebate contracts and vendor-managed inventory. *International Journal of Production Economics*, 120(1), 151-161.
- Wu, J., Chen, Z., & Ji, X. (2020). Sustainable trade promotion decisions under demand disruption in manufacturer-retailer supply chains. *Annals of Operations Research*, 290, 115-143.
- Xia, Y., Ramachandran, K., & Gurnani, H. (2011). Sharing demand and supply risk in a supply chain. *IIE Transactions*, 43(6), 451-469.
- Xiao, S., Sethi, S. P., Liu, M., & Ma, S. (2017). Coordinating contracts for a financially constrained supply chain. *Omega*, 72, 71-86.
- Zhu, X., Guo, Z., & Yang, G. (2023). Credit coguarantee loan buyback contracts: Equilibrium and coordination strategies. *International Journal of Production Economics*, 262, 108898.
- Xu, Y., & Bisi, A. (2012). Wholesale-price contracts with postponed and fixed retail prices. *Operations Research Letters*, 40(4), 250-257.
- Xu, X., Meng, Z., & Shen, R. (2013). A tri-level programming model based on conditional value-at-risk for three-stage supply chain management. *Computers & Industrial Engineering*, 66(2), 470-475.
- Xue, W., Hu, Y., & Chen, Z. (2019). The value of buyback contract under price competition. *International Journal of Production Research*, 57(9), 2679-2694.
- Yang, H., & Chen, W. (2018). Retailer-driven carbon emission abatement with consumer environmental awareness and carbon tax: Revenue-sharing versus cost-sharing. *Omega*, 78, 179-191.
- Zhan, J., Chen, X., & Hu, Q. (2019). The value of trade credit with rebate contract in a capital-constrained supply chain. *International Journal of Production Research*, 57(2), 379-396.

- Zhang, P., Xiong, Y., & Xiong, Z. (2015). Coordination of a dual-channel supply chain after demand or production cost disruptions. *International Journal of Production Research*, 53(10), 3141-3160.
- Zhao Y. ChoiT. ChengT.C.E. Sethi S.P. & Wang S. (2014). Buyback contracts with price-dependent demands: Effects of demand uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 239(3), 663-673.
- Zhou, C., Tang, W., & Lan, Y. (2018). Supply chain contract design of procurement and risk-sharing under random yield and asymmetric productivity information. *Computers & Industrial Engineering*, 126, 691-704.
- Zou X. Pokharel S & Piplani R. (2008). A two-period supply contract model for a decentralized assembly system. *European Journal of Operational Research*, 87(1), 257-274.