

İ. Ü.

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME FAKÜLTESİ

SAYISAL YÖNTEMLER ANABİLİM DALI

İŞLETME SERMAYESİNE SİMÜLASYON

TEKNİĞİ İLE KARAR VERİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÜLKÜ KARADAĞ

İSTANBUL – 1993

**İ. Ü.
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME FAKÜLTESİ
SAYISAL YÖNTEMLER ANABİLİM DALI**

**İŞLETME SERMAYESİNE SİMÜLASYON
TEKNİĞİ İLE KARAR VERİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÜLKÜ KARADAĞ

İSTANBUL – 1993

ÖNSÖZ

İşletme sermayesi bir firmanın yönetiminde önemli bir yer tutmaktadır. İşletme sermayesine karar verme teknikleri ise finansman yöneticileri tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat günümüzde işletme sermayesine etki eden koşulların belirsiz olmasından dolayı karar verme tekniği olarak simülasyon metoduna başvurulmaktadır. Bu çalışmada araştırma konusu olarak işletme sermayesine karar verme tekniği olarak simülasyon metodu kullanılmıştır.

Çalışmamız, içinde barındırdığı eksikliklerine karşın bu konuda araştırma yapacak kimseler için derli toplu bir çerçeve oluşturmuş ise amacına ulaşmış sayılacaktır.

Bu çalışmanın hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen danışmanım Prof. Öner Esen'e ve emeği geçen arkadaşım Fedon Kadifeli'ye teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	vii
I. ÖZET.....	1
II. SİMÜLASYON.....	3
2.1. SİMÜLASYONUN TANIMI	3
2.1.1. Simülasyon Açısından Model Tipleri	3
2.1.2. Simülasyon Süreci	5
2.1.3. Simülasyon Yönteminin Avantajları	6
2.1.4. Simülasyon Yönteminin Dezavantajları	6
2.1.5. Sistemin Simülasyonu	7
2.1.6. Simülasyon Amacıyla Kullanılan Bilgisayar Programları	7
2.2. ANALİTİK MODEL İLE SİMÜLASYON MODELİ ARASINDAKİ TEMEL FARKLAR.....	8
III. İŞLETME SERMAYESİ	10
3.1. TANIMI	10
3.2. İŞLETME SERMAYESİ YÖNETİMİNİN ÖNEMİ	11
3.3. ENFLASYONUN İŞLETME SERMAYESİ ÜZERİNDE ETKİSİ	13
3.4. İŞLETME SERMAYESİ FİNANSMANI	14
IV. İŞLETME SERMAYESİNE YÖNELİK KARARLARIN TEORİSİ.....	16

4.1. NAKİT BİLANÇOLARINDA YATIRIMIN KONTROLÜ	17
4.1.1. Tanımlar, Semboller ve Varsayımlar	18
4.2. OPTİMAL STRATEJİNİN TÜRETİLMESİ	19
4.2.1. Temel Yaklaşım	19
4.2.2. İki Genel Gözlem	19
4.2.3. Optimal Strateji Türetmede Birinci Adım	20
4.2.4. Optimal Strateji Türetmede İkinci Adım	22
4.2.5. Sonuçları Genelleştirme	24
4.2.6. Sayısal Bir Örnek	27
4.3. ALACAK HESAPLARINDA YATIRIMIN KONTROLÜ	29
4.3.1. Tanımlar, Kavramlar ve İşaretler	29
4.3.2. İskonto Kararına İlişkin Kredi Politikasının Etkisi	30
4.4. OPTİMAL KREDİ POLİTİKASI	32
4.5. DEMİRBAŞ YATIRIMIN KONTROLÜ	34
4.5.1. Problemin Tanımlanması	34
4.5.2. Analitik Çözüm	35
4.6. KISA DÖNEMLİ FİNANS KURALLARI	40
4.7. OPTİMAL KISA DÖNEM FİNANSMANINA BİR LİNEER PROGRAMLAMA İLE YAKLAŞIMI	44
V. İŞLETME SERMAYESİ KARARLARINA SİMÜLASYON İLE YAKLAŞIMI	57
5.1. BİLGİSAYAR İLE SİMÜLASYONUN TEMELLERİ	58
5.1.1. Simülasyon Çalışmalarının Doğası	58
5.1.2. Simülasyonun Üç Adımı	59
5.1.3. Matematiksel Modelin İnşası	59
5.2. RASTGELE PARAMETRELER İLE RASTGELE GÖZLEMLERİN YARATILMASI	64
5.2.1. Ayır Olasılıklı Dağılım İçin Bir İşlem	64

5.3. SÜREKLİ OLASILIK DAĞILIMI İŞLEMİ	66
5.4. KISA DÖNEMLİ FİNANS KARARLARININ SİMÜLASYONU	68
VI. SONUÇ	76
BİBLİYOGRAFYA.....	78

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1 Optimalite için gerekli iki koşul.....	20
Şekil 4.2 Tek yatırımdan vazgeçme politikası.....	22
Şekil 4.3 $G_n(T)$ nin iki olası biçimi	26
Şekil 4.4 Depo analizi çerçevesi	35
Şekil 4.5 Fancycraft'ın nakit bütçesi	41
Şekil 5.1 Bir simülasyon çalışmasında yönetim ve planlama.....	58
Şekil 5.2 Üssel tesadüfi değişkenlerin kümülatif olasılığı	66
Şekil 5.3 Alternatif finansman stratejilerinin değerlendirilmesi.....	73

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 4.1 Kredi dönemlerinin bir fonksiyonu olarak ticaret kredisinin maliyeti	31
Tablo 4.2 Gelecek 12 ay için Fancycraft'ın nakit bütçesi	42
Tablo 4.3 Ticari kağıtlardaki faiz ödemelerinin şematik gösterimi	49
Tablo 4.4 Dolar cinsinden karar değişkenleri ve bunların değerleri	54
Tablo 4.5 Dolar cinsinden ek koşulla maliyetin optimalitesi	56
Tablo 5.1 Bir firmanın satışlarının varsayılan kümülatif olasılık dağılımı	65
Tablo 5.2 Bir firmanın satışlarının varsayılan olasılık yoğunluğu fonksiyonu	65
Tablo 5.3 Satışlar ve rastgele değerler arasındaki ilişki	65
Tablo 5.4 Birinci finansman stratejisine göre net faiz maliyetinin hesaplanması*	72

I. ÖZET

Ekonominin ve sanayinin deneysel incelemelerinin teknik açıdan mümkün olmadığı veya istenilmeyen sonuçları beraberinde getirdiği ve matematiksel olarak kesin bir çözüm bulunamadığı bir çok karmaşık problem vardır. Bu durumlarda, yaklaşık çözüme götüren metodlara, ilkesiz yaklaşımlara, daha doğrusu sistematik denemeye, planlı aramaya modele uygun sayısal denemeye dayanan metodlara başvurulmalıdır. Bu şekildeki ilkesiz yaklaşımlar arasında simülasyon yer alır. Simülasyon, gerçekleşmemiş bir olayın benzetmesidir.

Simülasyonda karmaşık teknik veya ekonomik olaylar basitleştirilerek, model şekline getirilmektedir. Bir sistemin denenebilmesi için kolay değişebilir modellerin yaratılması, yüksek maliyetlerle oluşan deneme koşullarının gerçekleştirilmesi ve etki faktörlerinin değişmesi halinde sistemlerin davranışının incelenmesi simülasyon ile sağlanır.

Büyük problemlerin incelenmesinde az maliyetlere neden olması yanında özellikle deneylerin yürütülmesi için az zaman harcanması, parametrelerin değiştirilmesi suretiyle çeşitli işletme büyüklüklerinde modelin kolayca uyarlaması sağlanabilir. Model gerçek olayın gidişinde mümkün olmayacak şekilde değiştirilebilir ve optimize edilir. Bu durumda simülasyon modelinin davranışından gerçek sistemin davranışı hakkında sonuç çıkarmak mümkündür.

Önceleri tarıma dayalı sanayi işletmelerinde hasat mevsimi ile yapılan alımlar ve bunların işlenip satışa hazır hale getirilmesi için ödenecek ücretleri ifade eden ve daha sonra satış paralarının toplanması ile tamamlanan bir döngüyü ifade eden işletme sermayesi, daha sonraları işletmelerin tarıma dayalı özellikleri bir ölçüde ortadan kalktığına da, stok, alacak ve kasa yatırımı devam ettiği için bu kalemlere bağlanan parayı ifade için kullanılmaya başlamıştır.

Dönen değerler (cari aktifler, döner varlıklar, ekonomik değerler, kasa), serbest menkul değerler, alacaklar ve stoklar işletme sermayesini oluşturur. İşletmeler bu kalemlere para ayırmak zorundadır. Bu durumda işletme sermayesi yönetiminin önemini vurgular. Çünkü yeterli işletme sermayesine sahip olamayan bir firma teknik açıdan yükümlülüklerini yerine getiremeyecek duruma düşer, gerekli önlemler alınmadığı takdirde firmayı başarısızlığa götürür. Firmalar, pazar durumlarını, kredi potansiyellerini arttırmak için yeterli bir işletme sermayesine sahip olmaları gerekir.

İşletme sermayesi, firmanın üretime kesintisiz devam edebilmesi, iş hacmini genişletebilmesi, likidite riskini azaltması, kredi değerliliğini arttırması, firmanın tam kapasite ile çalışabilmesi, olağanüstü durumlarda mali yönden zor durumlara düşmesini önlemesi, faaliyetini kârlı ve verimli bir şekilde yürütebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle işletme sermayesinin yönetimide firmalar açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu tezde işletme sermayesine yönelik karar teorisinde simülasyon metodu kullanılarak modelin firma için optimum olup olmadığı gösterilecektir. İkinci bölümde kısaca simülasyon hakkında bilgi verilecektir. Üçüncü bölümde işletme sermayesi kavramı üzerinde durulacaktır. Dördüncü bölümde işletme sermayesine yönelik kararların tearisi anlatılacaktır. Beşinci bölümde işletme sermayesi kararlarına simülasyon ile yaklaşımı bir örnek ile açıklanacaktır. Sonuç bölümünde ise yaklaşımın sonuçları irdelenecektir.

II. SİMÜLASYON

2.1. SİMÜLASYONUN TANIMI

Simülasyon, en geniş anlamı ile, kurulan modeller aracılığı ile gerçek bir sistemin yapay olarak oluşturulmasıdır. Simülasyon tekniği, sistem üzerinde birden çok faktörün etkili olduğu karmaşık durumlarda sistemin davranışını izlemek ve geleceğe yönelik tahminler yapmak için geliştirilen modeller üzerinde deneyler yapmayı olası kılan bir matematiksel süreçtir.

Simülasyon birçok anlamı olan bir kelime olduğundan, uygulamada oldukça değişik yapıda olan modellere simülasyon metodu adı verilmiştir. Bu çalışmada ise simülasyon kelimesi tanım olarak bir sistemin modeli üzerinde deneyler yapma süreci olarak alınmıştır.

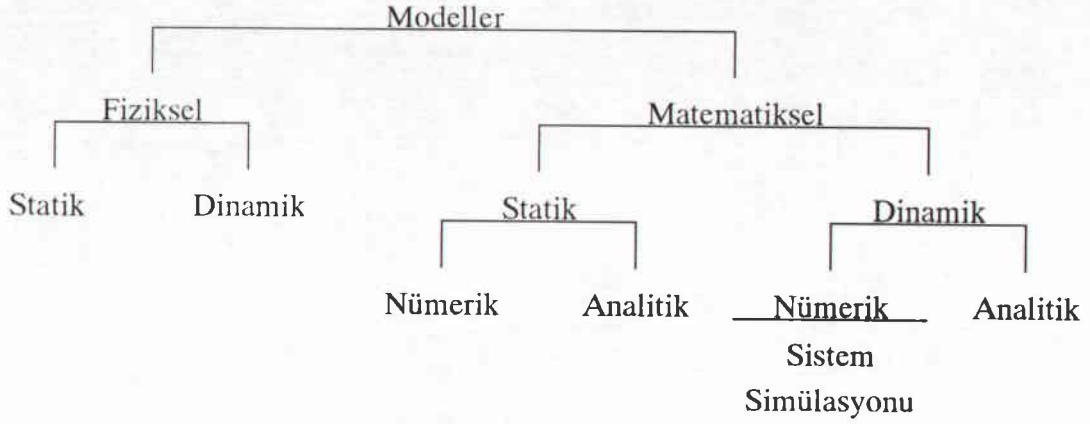
Simülasyon yöntemi, özellikle problemin analizi için tanımlanan bir sistemin modelinin analitik veya sayısal olarak çözümünün güç olduğu durumlarda kullanılır. Simülasyonun Türkçe'deki karşılığı olarak benzetim kelimesinin bazı kaynaklarda kullanılmasına rağmen bu karşılığın simülasyon anlamını tam olarak kapsamaması yüzünden simülasyon sözcüğü kullanılır.

Modern simülasyonun metodunun temeli, von Neumann, Ulam ve Fermi'nin II. Dünya Savaşı sırasında atom bombasının geliştirilmesi ile ilgili çalışmaları sırasında başarıyla uygulanıp geliştirdikleri Monte Carlo yöntemine dayanır. Monte Carlo yöntemi, uygulamalı matematik ve sistem analizinde dikkate değer bir ilgi görmüştür ¹.

2.1.1. Simülasyon Açısından Model Tipleri

Simülasyon açısından ele alındığında, modelleri şu şekilde gruplandırabiliriz.

¹Halaç Osman, *Kantitatif Karar Verme Teknikleri* (İstanbul: İ. Ü. Yayını), s. 335.



Modelde kullanılan değişkenlerin, rastgele olup olmadığına bağlı olarak simülasyon modelleri başlıca iki grupta incelenebilir; a) Deterministik simülasyon modeli b) Stokastik simülasyon modeli. *Deterministik simülasyon modelinde* kullanılan değişkenler rastgele olmayıp, modele dahil edilebilirler. Bir grup giriş bilgisi için tek ve özgün bir model çıktısı elde edilir. *Stokastik simülasyon modelinde* değişkenlerden biri veya birkaçı rastgele seçilebilir.

Simülasyon ayrıca başka özelliklere göre de sınıflandırılabilir. Örneğin, kesikli olay simülasyonu, sürekli olay simülasyonu gibi. a) Kesikli olay simülasyonu b) Sürekli olay simülasyonu. *Kesikli olay simülasyonunda*, olayların birbirine geçişi sürekli değildir. *Sürekli olay simülasyonunda* ise olaylar zaman ekseninde herhangi bir noktada oluşabilmektedir. Yönetim modellerinde genellikle kesikli olay simülasyonu kullanılmaktadır.

Verilerin kullanılması açısından ise simülasyon dört grupta incelenebilir; a) Monte Karlo simülasyonu b) Sistem simülasyonu c) İşletme oyunları. *Monte Karlo simülasyonunda*, Konuya ait kümülatif dağılımlara bakılır. Bu kümülatif dağılımlar kullanılarak Monte Karlo sayı planı oluşturur. Daha sonra bu sayı planına göre rastgele örnekleme kullanılarak değişkenler için rastgele sayılar oluşturulur. Her bir deneme için karar verme sürecinde yardımcı olacak Monte Karlo simülasyon değerleri bulunur. Buna örnek olarak amaç fonksiyonu değerinin hesaplanması verilebilir. Fakat bu tip örnekte verilen bütün değişkenler, kesikli dağılımlara göre verilmiştir. Bu şekildeki dağılımlar Monte Karlo simülasyonu için gerekli koşul değildir. Herhangi bir dağılım, teorik dağılımla temsil edilebilir ve bu dağılımla değişkenler de tanımlanabilir. Buna örnek olarak poisson, normal ve üstel dağılımları verebiliriz².

²Halaç Osman, *Kantitatif Karar Verme Teknikleri* (İstanbul: İ. Ü. Yayını), s. 334.

İşletme oyunlarında, Bir işletme veya işletmeler grubunun çalışmasında çevre koşullarının yaratılması ile işletme problemlerinin analiz ve sentezi beklenir.

2.1.2. Simülasyon Süreci

Simülasyon süreci, modelin kurulması ve modelin analitik olarak kullanılması bölümlerinden oluşur. Bu sürecin aşamaları şu şekilde sıralanabilir:

- a) Problemin ifadesi,
- b) Çalışmanın planlanması,
- c) Matematik modelin formülasyonu,
- d) Modelin bilgisayar programının kurulması,
- e) Modelin doğruluğunun saptanması,
- f) Deneylerin dizaynı,
- g) Simülasyonun bitirilmesi ve sonuçlarının analizi.

Matematik modelin simülasyonu ise iki aşamada tamamlanır:

- 1) Modele gerekli parametrelerin tayini için gerekli verilerin toplanması,
- 2) Problemin amacı için sistemin hangi yanının daha önemli olduğu göz önüne alınarak modelin kurulması.

Simülasyon sürecindeki modelin doğruluğunun saptanması aşaması önemli bir adımdır. Bu aşamada, önce, kullanılan bilgisayar programından dolayı oluşan hatalar saptanır ve ortadan kaldırılır. Daha sonra ise modelin istenilen şekilde olup olmadığı incelenir. Bu inceleme sırasında, modelin daha önceki dönemlere ilişkin verilerle çalıştırılması ile doğru sonuçlar vermesi durumunda, geleceğe ilişkin tahmin yapma konusunda da doğru sonuçlar vereceği kabul edilir. Deneylerin dizaynı bölümünde ise göz önüne alınması gereken en önemli faktör bilgisayar kullanma maliyetidir. Çünkü, artan maliyetler, yapılması planlanan deney ve gözlem sayısını olumsuz yönde etkileyecektir. Bu açıdan artan maliyetlerin optimum seviyede tutulması için iki tür dizayn geliştirilmiştir:

- 1) Stratejik dizayn: Simülasyon çalışmalarında genellikle mevcut seçenekler içerisinde en kârlı olanı aranır. Stratejik dizayn metodları en kârlı çözüme en kısa şekilde nasıl ulaşacağını inceler³.

³Halaç Osman, *İşletmelerde Simülasyon Teknikleri* (İstanbul: İ. Ü. Yayını, 1982), s.6

2) Taktik ile ilgili dizayn: Bu dizayn şekli ile, her dizayn için kaç gözlemin gerekli olduğu ve sonuçların nasıl değerlendirileceği incelenir.

2.1.3. Simülasyon Yönteminin Avantajları

Simülasyon yönteminin başlıca avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- 1) Simülasyon verilmiş bir sistemin çok karışık olan dahili ilişkileri üzerinde deneme ve çalışmalar yapmayı mümkün hale getirir⁴.
- 2) Simülasyon tekniği, çevre şartlarında ve sistem yapısı ile ilgili parametrelerdeki değişmelerin sistemi çalışmasını nasıl etkilediğini inceleme imkanı sağlar. Meydana gelen değişiklikler sistem modeli üzerinde uygulanır ve bunların sistem davranışı üzerinde nasıl etkide bulunduğu gözlenir.
- 3) Simülasyon yapılmış sistemlerin, detaylı ve dikkatli bir biçimde incelenmesi gerçek sistemin daha iyi anlaşılmasını sağlar. Sistemin geliştirilmesi için, diğer şekillerde elde edilmesi mümkün olmayan bazı ip uçları verir.
- 4) Simülasyon, pedagojik bir araç olarak kullanılabilir. Böylece öğrencilere ve pratisyenlere, karar verme, istatistik ve teorik analiz konularında pratik yaptırılabilir. İşletme ve harp oyunları bu alanda en önemli uygulamadır.
- 5) Çok karmaşık sistemlerin simülasyonu ile, sistemde hangi değişkenlerin daha önemli olduğu yada daha baskın olduğu ve bu değişkenlerin sisteme nasıl etki ettiğini öğrenmek mümkün olur.
- 6) Simülasyon, bir sistemin işleyişinde yeni politikaların ve karar usullerinin uygulaması için hizmete hazır bir yöntemdir. Yeni politikaların tesirleri, bunların gerçek sisteme eklenmesi ile ortaya çıkacak risklere girilmeden incelenebilir.
- 7) Bir sisteme yeni parametreler eklendiğinde, önceden tahmin edilemeyen olası durumların giderilmesi için simülasyonun çok yararları olmaktadır.
- 8) Sistem verilerinin detaylı olmadığı durumlarda simülasyon başarılı sonuçlar verebilmektedir.
- 9) Simülasyon analitik çözümleri doğruluğunu gerçekleştirmek amacıyla kullanılabilir.

2.1.4. Simülasyon Yönteminin Dezavantajları

Simülasyon yönteminin dezavantajları şöyle sıralanabilir.

⁴Halaç Osman, *İşletmelerde Simülasyon Teknikleri* ibid. s.8.

- 1) İncelenen sistemin bilgisayar simülasyonunu kurmak ve geçerliliğini ispatlamanın maliyeti oldukça yüksektir. Genellikle her sistem için ayrı bir bilgisayar programı yazmak zorunluluğu vardır. Geliştirilmiş olan bazı simülasyon paket programları sayesinde bu dezavantajlar kısmen de olsa ortadan kaldırılmıştır.
- 2) Kurulmuş olan bir simülasyon programının bilgisayarda çalıştırılması çok zaman alabilir. Bu durumda da yeni maliyet unsuru gündeme gelmektedir.
- 3) Araştırmacılar simülasyon tekniğini benimsedikten sonra, bu yöntemi, analitik yöntemlerin uygulanmasının daha uygun olduğu durumlarda da kullanma eğilimindedirler.

2.1.5. Sistemin Simülasyonu

Daha öncede belirtildiği gibi, matematiksel modellerin analitik yollardan çözümünün mümkün olmadığı veya çok karmaşık olduğu durumlarda sayısal yoldan çözüm aranır. Dinamik matematik modeller halinde sistem simülasyonu adı verilen ve modelin zamanın düzgün değişen değerleri açısından çözen bir teknik kullanılır. Sistem bir veya daha çok amaca veya sonuca ulaşmak üzere aralarında ilişkiler olan fiziksel veya kavramsal birden çok bileşenin oluşturduğu bütündür⁵. Sonuç olarak sistem simülasyonu terimi, sistemin dinamik modelini, belirlenen bir t zamanı aralığında çözen bir teknik olarak kullanılabilir.

Simülasyon yöntemi ile çözülmek üzere kurulmuş olan bir model ile, analitik yoldan çözülmek üzere kurulmuş olan bir model arasında önemli bir fark vardır. Simülasyon amacıyla kurulmuş olan modelde, yeni değişkenler çok daha kolaylıkla modele dahil edilirken, analitik yolla çözüm yapılacak modele eklenecek değişkenler belirli bir araştırma aşamasından sonra modele dahil edilirler. Simülasyon modelleri sayesinde gerçek sistemde hiç bir değişiklik yapmadan, sisteme etki edecek olan yada etki etmesi olasılığı olan bir çok değişkenin sistem üzerindeki etkisi incelenebilir.

2.1.6. Simülasyon Amacıyla Kullanılan Bilgisayar Programları

Simülasyon veri ve değişken sayısının fazla olmadığı durumlarda kolaylıkla hesaplanabilmesine rağmen veri ve değişken sayısının fazlalaşması durumunda işlemlerin karmaşıklaşması ve uzaması, hatalara ve zaman kaybına yol açacaktır. Böyle durumlarda bilgisayar kullanılması bir zorunluluk halini almıştır. Bilgisayarda çözümlerin yapılabilmesi için sürekli ve ayrık zaman simülasyonları için bir çok program

⁵Esen H. Öner, *İşletme Yönetiminde Sistem Yaklaşımı* (İstanbul: İ. Ü. Yayını,t.y.), s. 10

geliştirilmiştir. Genel amaca yönelik olarak geliştirilmiş olan, FORTRAN, BASIC, PL/1 yada ALGOL dilleri simülasyon amacıyla kullanılabilir. Elbetteki bu durumda simülasyon için gerekli olan koşulların bu dillerde kullanıcı tarafından yaratılması gereklidir.

Sürekli zaman çalışmaları için geliştirilen programların örnek olarak CSSLS (Continuous System Simulation Languages) ve CSMPIII (Continuous System Modelling Programme) verilebilir. Ayrık zaman simülasyonu çalışmaları için geliştirilen programlara örnek olarak ise GPSS (General Purpose System Simulation), SIMSCRIPT ve GASP verilebilir⁶.

Simülasyon modelinin bilgisayar ile oluşturulması aşamaları şu şekilde sıralanabilir⁷:

- 1) Akış diyagramının çizilmesi,
- 2) Kodlama:
 - i) Genel amaçlı derleyici,
 - ii) Özel amaçlı simülasyon dilleri,
- 3) Hataların ayıklanması,
- 4) Verilerin kullanılması ve başlama koşulları,
- 5) Verilerin üretilmesi,
- 6) Çıktı raporunun üretilmesi.

2.2. ANALİTİK MODEL İLE SİMÜLASYON MODELİ ARASINDAKİ TEMEL FARKLAR

Genel olarak analitik model (performans değişkenlerinden kontrol edilebilir değişkenlere ölçüsü ile ilgili) bir nesnesel fonksiyon tanımlar. Bu fonksiyon bazı rastgele değişkenlerin beklenen değerini içerir.

Simülasyon Modeli: Performans değişkeninin ölçüsünün veya doğurucu temsil örneklemenin ortalamasını verir. Simülasyon modeli ile elde edilen örnekleme değerlerinden doğurucu örnekleme işlemini tekrar etmek gereklidir. Örneklerin ortalama değerlerini de hesaplarız. Rastgele değişkenlerin performans ölçüsünün ortalamasını en iyi tahmin etmemizi sağlar. Bu doğurucu işlemin birinden diğerine geçişine çalışma modeli denir.

⁶Halaç Osman, *Kantitatif Karar Verme Teknikleri* (İstanbul: İ. Ü. Yayını), s. 338.

⁷Halaç Osman, *İşletmelerde Simülasyon Teknikleri* ibid. s.5.

Burada rastgele değişkenleri içeren ve simülasyonla yapılabilecek iki ana tip durum vardır. Buna rağmen her biri simülasyon noktasından uzaklığı ile tehdit edilir. Birinci tip problem, zaman elemanının olmadığı olasılık dağılımlarını bulmayı içerir. Örneğin uzunlukları değişen iki parçanın birlikte olması ile yapılan uzunluk parçalarını bulma gerçekte bu tip bir problemdir. Bu durumda uzunlukların zamanla nasıl değiştii ile ilgilenilmez. Bu tip problemler statik problemlerdir. İkinci tip problem sadece rastgele değişimi değil aynı zamanda zaman içinde olacak değişiklikleride inceler. Buna dinamik veya zaman bağımlı problem denir. Matematikçiler bu problemlere stokastik terimini kullanırlar. Bu değişkene örnek olarak bir şirketin günlük satışı (ortalama üzerinde gelişen ve günden güne değişen) verilir. Model satışın değişimini ve zaman bağımlı olduğunu içermek zorundadır. Bu iki tip problem farklı şekilde modelleştirilebildikleri halde, bir çok simülasyon tekniği ikisi içinde ortak olur.

III. İŞLETME SERMAYESİ

3.1. TANIMI

İşletme sermayesi, firmanın kısa süreli, dönen varlıklarını ifade eden bir terimdir. İlk önceleri, tarıma dayalı sanayi işletmelerin bir hasat mevsiminden diğer bir hasat mevsimine kadar gerekli para miktarını ifade etmek için kullanılmıştır. Daha sonraları sanayinin gelişmesi ile birlikte tarım dışı sanayi kolları da ortaya çıkmıştır. Bu gelişmeden sonra, duran varlık yatırımı dışında işin çalıştırılabilmesi için bir miktar paranın benzer kalemlere bağlanması ihtiyacı devam edince işletme sermayesi finans içindeki yerini almıştır.

Dönen varlıkların muhasebedeki anlamı, kasa-pazarlanabilir taşınır- alacaklar ve stoklardan oluşur. İşletme sermayesi de bu kalemlere bağlanan parayı ifade eder. İşletmeler yukarıda belirtilen kalemlere para ayırması zorundadır. Üretim ve satış için elde stok bulundurulacaktır. Stoklar, satış hacmine, üretim biçim ve tekniğine ve satışların yıla dağılımına bağlı olarak küçümsenmeyecek bir yatırım gerektirecektir.

Pazara çıkartılan üretim ile birlikte alacaklar ortaya çıkacaktır. Peşin olarak tüm satışların yapılması daha yararlı olabilse bile, üretim kapasitesine bağlı olarak pazarın elden geldiği ölçüde mala olan isteğini işletmeye çekebilmek için kredili satışlara gidilmesi de gerekecektir. Bu ihtiyaç ise alacak yatırımına neden olacaktır. Satış hacmi, mamulün satış fiyatı ve pazarlama stratejisine bağlı olarak alacak hesapları da bazı durumlarda büyük miktarlarda olabilir¹

Dönen varlıklara yapılan yatırımın maliyeti olmaktadır. Firmanın gerektiğinden fazla dönen varlığa sahip olması durumunda, yabancı kaynaklarla finanse ediliyorsa firmanın finansman giderleri artacak, öz kaynaklarla finanse ediliyorsa, öz kaynağın alternatif kullanım alanında sağlayacağı gelirden firma yoksun kalacaktır. Finansman şekli ne olursa olsun firmanın aşırı işletme sermayesine sahip oluşu, kârlılığı üzerinde olumsuz etki yapacaktır².

¹Gönenli Atilla, *İşletmelerde Finansal Yönetim* (İstanbul: İ. Ü. Yayını, 1991), s.

²Akgüç Öztin, *Finansal Yönetim* (İstanbul: İ. Ü. Yayını, 1985), s. 221.

Yeterli işletme sermayesine sahip olamama firma açısından çok yüksek maliyeti vardır. İşletme sermayesinin yetersiz olması bir çok firmanın tam kapasite ile çalışmasını engeller, üretimde ise kesintilere neden olur. Ayrıca maliyetleri yükseltmek ise, siparişlerin zamanında ve tümüyle karşılanmasını olanaksız hale getirir ve satış fırsatlarının kaçırılmasına yol açar. Diğer bir deyişle, iş hacmini daraltır.

İşletme sermayesi yetersizliği, firmaları Önce teknik açıdan yükümlülüklerini yerine getiremez duruma düşürmekte, gerekli önlemler alınmadığı durumlarda firmayı başarısızlığa götürmektedir. Firmalar, piyasadaki durumlarını, kredi potansiyellerini arttırmak için yeterli bir işletme sermayesine sahip olmaları gerekir.

İşletme sermayesi, firmanın tam kapasite ile çalışabilmesi, üretime kesintisiz devam edebilmesi, iş hacmini genişletebilmesi, yükümlülüklerini karşılayamama (likidite) riskini azaltması, kredi değerliliğini artırması, olağanüstü durumlarda mali yönden zor durumlara düşmesini önlemesi, faaliyetini kârlı ve verimli bir şekilde yürütebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bilançolarda, dönen değerler – cari aktifler – dönen varlıklar – metedavil kıymetler başlığı altında toplanan ekonomik değerler – para mevcudu, serbest menkul değerler, alacaklar, stoklar (mal, hammadde, malzeme akreditifleri dahil) işletme sermayesini oluşturur. Net işletme sermayesi ise, firmanın dönen varlıkları ile kısa süreli borçları arasında fark, diğer bir deyişle dönen varlıkların kısa süreli borçlarla finanse edilmemiş bölümüdür. İşletme sermayesi, genellikle brüt işletme sermayesini, yani dönen varlıklar toplamını ifade eder³.

İşletme sermayesi ile sabit sermaye yatırımları, finansal yönetim açısından, hem fiziksel özellikleri hem de bölünebilirlik ve likidite yönünden farklılıklar gösterir. İşletme sermayesinin bölünebilir ve likiditesinin yüksek oluşu, firmanın finansman kararlarını etkiler. Firma işletme sermayesine yapacağı yatırımları ivedi gereksinimlerine göre ayarlayabilir.

3.2. İŞLETME SERMAYESİ YÖNETİMİNİN ÖNEMİ

Firma açısından işletme sermayesi yönetiminin önemini ortaya koyan nedenleri şöyle açıklayabiliriz.

³Akgüç Öztin, *Finansal Yönetim* (İstanbul: İ. Ü. Yayını, 1985), s. 223.

(i) İşletme Sermayesine Ayrılan Süre

Finans yöneticisinin zamanının en büyük bölümünü alır. Paranın döngüsü devamlı ve hergün yürütülen bir iş olduğundan finans yöneticisi günlük çalışmasının büyük kısmında paranın günlük akışı ile ilgilenmek zorundadır.

(ii) Dönen Varlıklara Yapılan Yatırım Tutarı

Faaliyetlere göre önemi değişen, dönen varlıklar, bir firmanın aktif toplamı içerisinde büyük yer tutar. Sınai işletmelerinde %50 den fazlası, toptan ve perakende ticaretinde %70, enerji üreten işletmelerde ise %10 dolaylarındadır. Ayrıca dönen varlıkların sürekli değişim içinde olmasıda finansman yöneticisinin dikkatinin bu konu üzerinde olmasına yol açar.

(iii) İş Hacminin Genişlemesi İle İşletme Sermayesi Arasındaki İlişki

Firmaların satış hacminin artması ile, dönen varlıkların finansman gereksinmesi arasında yakın ve dolaysız bir ilişki bulunmaktadır. İş hacminin genişlemesi, firmanın stoklarında, alacaklarında ve likit değerlerinde artış ihtiyacını oluşturur. Firmanın belirli bir satış hacmine ulaşabilmesi için dönen varlıklarını artırması, zorunludur. Büyük firmalarda, uzun sürede, satışlarla işletme sermayesi arasında sabit bir oran görülebilir. Buna karşılık faaliyetleri mevsimlik dalgalanmalar gösteren firmalarda net satışları ile işletme sermayeleri değişmektedir.

Ayrıca sabit değerler ile satışlar arasında da bir ilişki bulunmaktadır. Satışlarda ki düzenli ve sürekli artışlar, sabit değerlere ilaveler yapılmasını zorunlu tutar. Fakat sabit değerlerini tam kapasite ile kullanmayan firmalar, maddi duran varlıklara yeni yatırımlar yapmadan iş hacimlerini genişletebilirler⁴.

(iv) İşletme Sermayesi İle Firmanın Kârlılığı Arasındaki İlişki

Firma, kârlılık ve risk faktörlerini göz önünde bulundurarak ve bu iki faktörü bağdaştırarak dönen değerlere yapılacak yatırım tutarını saptar. Bir firmanın, işletme sermayesi yönetiminde izleyeceği politika, kârlılığını etkiler.

(v) İşletme Sermayesi Yönetiminin Küçük Firmalar İçin Önemi

Küçük firmalar için işletme sermayesi yönetimi önemli olmaktadır. Sabit değerleri kiralarak maddi duran varlıklara yapacakları yatırımları sınırlayarak, düşük bir düzeye

⁴Akgüç Öztin, *Finansal Yönetim* ibid. s. 214–216.

indirebilen bu firmaları para tutarak, alacak ve stoklara yapacakları yatırımlardan kaçamazlar. Bu nedenle küçük firmalarda, dönen varlıklar önemlidir. Çünkü bu firmaların sermaye piyasasından veya kredi kurumlarından uzun süreli fon sağlama olanağı çok sınırlıdır. Bu nedenle finansmanda daha çok, kısa süreli yabancı kaynaklara başvurmak zorundadırlar. Kısa süreli borçlardan yararlanma ise küçük firmaların net işletme sermayesini ve likidite durumlarını etkiler.

İşletme sermayesi yönetimi firmalar için büyük önem taşıdığından, firmalar bu konuya gereken önemi göstererek son yıllarda, kanitatif teknikler geliştirerek uygulamaya başlamışlardır.

Faizlerde oluşan artışlar, ek fon gereksinimleri, hızlı enflasyonun yarattığı işletme sermayesi açıkları, işletme sermayesi yönetiminin finansal planlamadaki önemini arttırmıştır.

3.3. ENFLASYONUN İŞLETME SERMAYESİ ÜZERİNDE ETKİSİ

Enflasyon dönemlerinde fiyatların sürekli yükselmesi, firmaların işletme sermayelerini azaltmakta ve firmalarda daha çok işletme sermayesi gereksinimini ortaya çıkarmaktadır.

Talep enflasyonu dönemlerinde firmaların artan işletme sermayesi gereksinimi daha ılımlı ölçüler içinde kalabilmektedir. Bu dönemde, stok devir hızını artırmak, satış koşullarını değiştirerek alacakların ortalama tahsil süresini kısaltmak, hatta müşterilerden avans almak olanağını bulan firmalar, ek işletme sermayesi gereksinimini sınırlı tutabilirler. Buna karşılık ekonomik durgunluk içerisinde fiyat artışları firmaların işletme sermayesi gereksinimlerini aşırı şekilde arttırmaktadır. Satış güçlüklerinin meydana getirdiği stok birikimleri ile birlikte stok ve alacak devir hızlarının yavaşlaması, ekonominin durgun olduğu dönemlerde müşterilerde ödeme güçlüklerinin oluşması, firmalarda işletme sermayesi gereksinimini önemli hale getirir⁵.

Firmaların işletme sermayesi yönetimindeki başarısı alacakların ortalama tahsil süresi, stokların devir hızı, borçların dönme çabukluğu ile değerlendirilir.

Satış hacmindeki değişme, enflasyonun etkisi ve işletme sermayesi yönetimindeki etkinlik ve verimliliğin değişmesi işletme sermayesinin değişmesinde etkindir.

⁵Akgüç Öztin, *Finansal Yönetim* ibid. s. 220.

3.4. İŞLETME SERMAYESİ FİNANSMANI

Nakit hareketleri tahmin edilebilse, para giriş ve çıkışları arasında zaman uyumu olsa, satın alma üretim, satış ve tahsilat ile aynı anda gerçekleşebilse, firmaların işletme sermayesi gereksinimi ortadan kalkar. Fakat pratikte bunların hiç biri gerçekleşmemektedir. Firmalar nakit ve stok tutmak, fonlarının bir bölümünü müşterilerine bağlamak gereğini duymaktadırlar.

Firmalar, sürekli, en az düzeyde para, alacak ve stok bulundurmak zorunda kalmaktadır. Bu durum, devamlı işletme sermayesi kavramının geliştirilmesine yol açmıştır.

İşletme sermayesinin bir bölümünün, mevsimlik hareketlerinin etkisiyle veya yönetimin izlediği politikalar sonucu (daha fazla veya az emniyet stoku tutma, istikrarlı üretimde bulunma veya diğer firmalarla daha etkili rekabet edebilmek için örneğin kredili satışlarda vadenin uzatılması gibi) dalgalanma göstermesi; diğer bir bölümünün değişmez, sabit bir yatırım niteliğinde olması, firmaları, işletme sermayesi finansmanında çeşitli seçeneklerle karşı karşıya bırakmaktadır. İşletme sermayesi yönetimi, dönen varlıkların finansman şeklini de içermektedir. İşletme sermayesi yönetiminde en önemli sorunlardan biri, finansman politikası konusunda karar vermektir. İzlenecek finansman politikası, büyük ölçüde, yöneticilerin risk almaktaki tutumlarına da bağlı bulunmaktadır⁶.

Dönen varlıkların yüksek düzeyde tutulması ve dönem varlıklarının tümünün uzun süreli kaynaklarla finanse edilmesi (aşırı ölçülü), dönen varlıklara dengeli yatırım ve dönen varlıkların %50 sinin kısa süreli diğer yarısının uzun süreli kaynaklarla finanslanması (normal), dönen varlıklarla düşük düzeyde tutulması ve dönen varlıkların tümünün kısa süreli borçlarla sağlanması (aşırı atak) işletme sermayesi finansmanının seçeneklerini oluşturmaktadır.

Firmanın ölçülü hareket etmesi halinde, öz sermaye kârlılık oranı azalmakta; buna karşı riski arttıran bir işletme sermayesi politikası izlenmesi durumunda kârlılık oranı artmaktadır.

Firmanın kârı arttırmak için ne kadar risk yükleneceği veya emniyeti sağlamak için ne kadar kârdan fedakarlıkta bulunacağı durumunda optimal politikanın belirlenmesi için, tüm değişkenler hakkında ayrıntılı bilgiye gerek vardır. Ancak belirsizliğin fazla

⁶Akgüç Öztin, *Finansal Yönetim* ibid. s. 226.

olduğu günümüz ekonomik koşullarında, tüm değışkenler hakkında sağlıklı bilgiler elde etmeğe ve tahminlerde bulunmağa olanak yoktur. Belirsizliğin olduğu durumlarda, dönen varlıklara yapılacak farklı yatırım tutarlarının etkilerinin saptanmasında simölasyon modelleri geliştirilmiş ve bu modellerden yararlanılmıştır.

IV. İŞLETME SERMAYESİNE YÖNELİK KARARLARIN TEORİSİ

Tipik bir anonim şirket, nakit aktifler (nakit bilançolar ve satılabilir teminatlar), alacak hesapları ve envanterler gibi toplam kaynaklarının %25-50'sini yatırıma harcadığından, işletme sermayesinin yönetimi iş idaresinden sorumlu olanlar için büyük bir karar alanı oluşturur. İşletme sermayesi kavramı, bizim de kullanacağımız gibi, bir şirketin nakit aktifler, tahsil olunacak hesaplar ve envanterler gibi toplam yatırımlarını içerir. İşletme sermayesi, sabit sermayeden geniş ölçüde bölünebilirliği ile ayrılır; bu bölünebilirlik ile bir şirket farklı yatırımlar yapabilir. Bir fabrikanın veya bir parça teçhizatın bile ya hep ya hiç prensibine göre alınması gerekirken, bir şirketin nakit aktifler, tahsil olunacak hesaplar ve envanterler gibi yatırımı, mevcut küçük parasal ünite nedeniyle sıklıkla artabilir veya azalabilir.¹

Bu geniş ölçekli bölünebilme, işletme sermayesinin yönetimi açısından iki önemli yana sahiptir. Bir; işletme sermayesi, mevcut ihtiyaçlar artarken onları karşılamak için parça parça tedarik edilebilir. Bu tür kısıt, kanaat politika işletme sermayesi içindeki ortalama yatırımı azaltma avantajına sahiptir. Bu nedenle yatırımı sürdürmek için gerekli olan faiz ödentileri, sigorta masrafları ve depolama fiyatlarını azaltır. Bununla birlikte aynı kısıt kanaat politika şöyleşi dezavantajlara da sahiptir.

1. Daha çok işletme sermayesinin tedariki ve onunla birlikte sipariş edilen şeyin fiyatında artma olacaktır.
2. Bir şirketin işletme sermayesinde yetersizlik olabilir, bunu yaşama olasılığı ise yüksektir. Çünkü ihtiyaçlardaki beklenmeyen düzensiz gelişmeleri karşılamak için elde tampon stok yoktur. İşletme sermayesindeki yetersizliğin maliyetine ve daha çokta tedarik edilen şeyin maliyetine karşı, taşıma ücretlerindeki tasarrufları dengeleyerek, bir şirketin yönetimi mevcut ihtiyaçlarını karşılayan miktardan daha fazla miktardaki işletme sermayesini elde tutmayı kârlı bulacaktır. Ne var ki, taşıma, yetersizlik ve üretim maliyetleri arasındaki ilişki şöyledir; çok sayıda şirket bir kaç aylık kaynağa yeten ve ondan fazla olmayan işletme sermayesi miktarını ekonomik miktar olarak tespit

¹ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision* (New York: Mc Milan Publishing Co, 1969), s. 503.

edecektir. İşletme sermayesine ait kararlardaki bu nispeten kısa görüşlü planlama, sabit sermayeye ait kararlardaki uzak görüşlü planlamayla karşıtlık oluşturur.

Bölünebilmenin ikinci yanı (mantıksal olarak birincisini izler) işletme sermayesi yatırımlarının finansmanı için uygun olan metodlarla ilgilenir. Bir kaç aylık kaynağa yeten miktardaki işletme sermayesi gerçekte onun devri anlamına gelir ki bu devir, nakitten envantere, envanterden alacaklara, alacaklardan da nakite dönüşen bir halkayı içerir ve süresi yıllarla değil aylarla ölçülür. İşletme sermayesinin bu akıcılığı finansman kararlarına ilişkin karşılıklı esnekliğin düzenlemesine izin verir. Sabit sermaye genellikle uzun süreli kaynaklarla finanse edilmeliyken, öte yandan işletme sermayesi uzun süreli veya kısa süreli kaynaklarla yada bunların ikisinin toplamıyla uygun şekilde finanse edilir.

Bu yüzden işletme sermayesinin yönetiminde, bir şirket iki temel sorunla karşılaşır. Birincisi, satış düzeyinin ve ilgili fiyat bedellerinin belirtilmesi, bir şirketin seçmesi ve sürdürmesi gerekli optimal nakit aktifler, tahsil olunacak hesaplar ve envanterler miktarının ne kadar olacağının tespit edilmesi. İkincisi, şu optimal miktarların verilmesi; işletme sermaye yatırımlarını finanse etmek için izlenecek en ekonomik yol hangisidir?

Yukarıdaki sorulardan ilkinin cevabı, dinamik planlamanın katkısı ve diferansiyel hesaplarla birlikte bu bölümün sonraki üç kısmında verilmektedir. İkincisinin cevabı ise bunu takip eden bölümde doğrusal programlama modelinin katkısıyla birlikte verilmektedir. Bu bölümde analizleri basitleştirmek için koşulların bilindiği varsayılacaktır. Yani bir şirketin şimdiki ve gelecekteki satışlarını, nakit girdileri ve çıktılarını ayrıca bunların yanında sermaye piyasasında para kaynaklarının elde edilebilirliği ve maliyetine ait tüm bilgilere sahip olduğu kabul edilecektir. Sonraki bölümde ise bu varsayım bir kenara bırakılacaktır ve analizler içinde muhtemel dağılımlarıyla bilinen ve rastgele değiştiği varsayılan bir veya daha çok elemanı içeren problemin yer aldığı daha gerçekçi durumlara doğru uzatılacaktır. Bilinmezliği analizlere dahil etmek için kullanılan yöntem bilgisayar taklidi olacaktır.²

4.1. NAKİT BİLANÇOLARINDA YATIRIMIN KONTROLÜ

Bu bölümde, para toplama aktiviteleri her periyodun başında yer aldığından zamanı periyodlara bölünmüş olarak varsayacağız. Bu kısıtlamanın anlamı şudur; eğer bir şirket belirli bir periyod boyunca net bir nakit para akışı beklerse ve nakit parasının bitmesini

² Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 505.

istememezse, o şirket periyoda net nakit para akışına eşit bir nakit bilançosu ile başlamalıdır. Çünkü bu bölüm bilinebilirliği varsaymaktadır, şirket nakit için spekülative ile tedbir türünden taleplere sahip değildir ve bu nedenle şirketin nakit bilançosu işlerin akışını karşılamak amacıyla sıkı bir şekilde aynı tutulur.

Şimdi diyelim ki T uzunluğundaki bir devrenin başlangıcında bir şirketin o devrenin net nakit para akışına tamamıyla eşit olan M dolar nakiti olsun. Finansal yönetimin vereceği karar, M miktardaki dolaryı nakit olarak tutmak veya faiz getiren hükümet teminatlarına yatırım yapmak yönünde olacaktır. Eğer finansal yönetim hükümet teminatlarına yatırımı yapmaya karar verirse, ne zaman ve hangi miktardaki teminatın nakite çevrilebileceğini de mutlaka karar vermelidir. Burada nakit para yönetimi kararlarını optimize etmek için dinamik programlama yöntemini kullanacağız.³

4.1.1. Tanımlar, Semboller ve Varsayımlar

Nakit para yönetim modelini sunmak için, aşağıdaki tanımlar, semboller ve varsayımları kullanacağız.

M = Bir şirketin kendi planlama dönemi başında sahip olduğu nakit bilançosu ve hükümet teminatları, alternatif olarak M planlama periyodu boyunca gerçekleşen şirketin net nakit para akışına eşittir.

q = dolar olarak ölçülen günlük nakit para akış oranı.

r = hükümet teminatlarına ödenen günlük faiz.

F = teminatların alım ve satım maliyeti; bu maliyet her alım ve satım işi için sabit olarak düşünülmektedir, ticareti yapılan teminatların miktarından bağımsızdır.

T = gün olarak planlama periyodunun uzunluğu; M planlama periyodu boyunca nakit para akışını yalnızca karşılamaya yettiğinden

$$T = \frac{M}{q}$$

olarak görünür.

$G_n(T)$ = şirketin T zamanı boyunca yaptığı n sayıda hatalı yatırım (veya yatırımdan vazgeçme) için nakit para kullanımından maksimum geriye dönüş; bu yüzden örneğin

³ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 506.

$G_2(T)$ şirketin 2 tane hatalı yatırım (veya yatırımdan vazgeçme) yaptığı durumda nakit para kullanım politikasıyla ilgili olarak elde ettiği optimal net kazanımdır.

n = yatırımdan vazgeçme sayısı için kullanılan ve negatif olmayan bir tam sayı.

Şirketin hedefi kendi planlama ufku boyunca (T) nakit bilançosunu sağlamak, n 'nin olası tüm değerlerinin üstünde net kazancı en yükseğe çıkarmaktır.

4.2. OPTİMAL STRATEJİNİN TÜRETİLMESİ

4.2.1. Temel Yaklaşım

Yukarıdaki nakit para kullanımı problemi iki aşamalı sistematik araştırma işlemi kullanılarak çözülecektir. Özel olarak biz önce olası her n değeri için $G_n(T)$, T zamanı boyunca şirketin yaptığı n sayıda yatırımdan vazgeçme için verilen ve nakit para kullanımından elde edilen en yüksek kazanç sonra, negatif olmayan tam sayılar grubundan, $G_n(T)$ yi en yükseğe çıkaran n 'in değerini seçiyoruz. n 'e ilişkin tam sayı şirketin sınırlı T süresi içinde kendi nakit para kararlarını optimize etmek isteyeceği gerçeğinden hareketle belirlenir. Bu sınırlı varsayım, mevcut analizleri, nakit para kullanımı problemini ekonomik şans yaklaşımından ayırır.

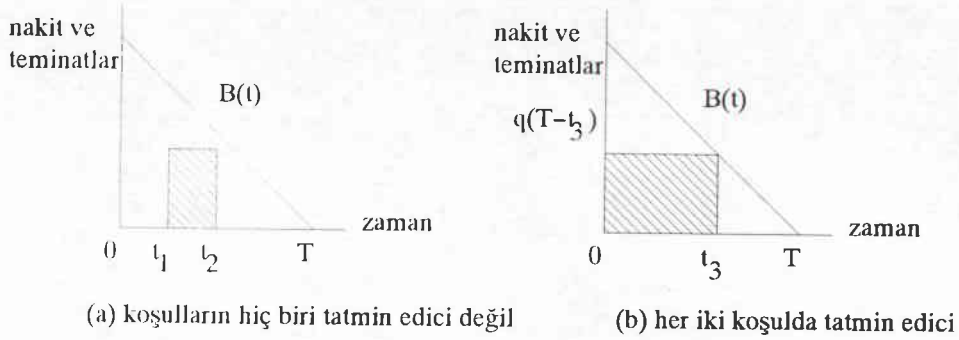
Araştırma işlemini yerine getirmek için matematiksel yöntem dinamik programlamadan teknik bir örnek aracılığıyla en iyi şekilde anlaşılacağı için, resmi dinamik programlama teorisi kullanılmamıştır. Çünkü nakit para kullanım problemi birbiriyle ilişkili kararlar zincirini içeren bir problem olarak görülmüştür. Zamanın her noktasında, finansal yönetim hangi miktarda teminatın satılacağına ve kalacağına karar vermelidir.⁴

Dinamik programlama esas olarak şirketin baştan sona karlılığını en fazlaya çıkaran kararların sırasını belirlemek için tekrarlanan bir işlemdir.

4.2.2. İki Genel Gözlem

Dinamik programlamanın yardımı olmaksızın da izleyen iki prensibi (ilki James Tobin tarafından grafiklerle gösterilip, tarif edilmiştir) optimal nakit para kullanımı için gerekli koşullar olarak güvenle kabul edebiliriz.

⁴ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 507.



Şekil 4.1 Optimalite için gerekli iki koşul

1. Nakit paradan hükümet teminatlarına yönelik yapılan bütün dönüşümler, herhangi bir erteleme azalan faiz geliriyle sonuçlanacağından planlama döneminin başında yer almalıdır.
2. Hükümet teminatlarından nakit paraya yönelik yapılan bütün dönüşümler, herhangi bir zamansız dönüşüm faiz gelirinin kaybıyla sonuçlanacağından, yalnızca şirketin nakit bilançosu sıfıra kadar azaltıldıktan sonra yer almalıdır.

Tobin'in grafikte sunuşunun ardından şirketin nakit ve teminatlar bilançosunu zamana karşı planlayarak şirketin sahip olduğu hükümet teminatlarını ise içi koyu renk dikdörtgenle gösterelim (Bkz. Şekil 4.1). Daha sonra iki prensibi şu şekilde uygulayalım. İlk olarak, içi koyu renk dikdörtgen solda dikey eksenle (nakit ve teminatlar) sınırlanmalı; ikinci olarak dikdörtgenin sağ üst köşesi fonksiyon $B(t)$ 'ye değmelidir, burada $B(t)$ zamanın fonksiyonu olarak şirketin nakit ve teminatlarını ifade etmektedir.⁵

Şekil 4.1 (a)'da gösterilen politikanın en fazla yararlanım için gerekli iki koşuluda bozması nedeniyle optimal olmadığına dikkat edin. Şekil 4.1 (b)'de gösterilen politika gerekli koşulları sağlamaktadır. Şimdi bu politikanın optimalitesi için yeterli koşulları sağlayıp sağlamadığını tespit edelim.

4.2.3. Optimal Strateji Türetmede Birinci Adım

Şekil 4.1 (b) bize T zaman birimindeki planlama periyodu boyunca tamamen bir tane yatırımdan vazgeçmeyi isteyen bir politikayı göstermektedir. Bu politikanın optimalitesi için gerekli iki koşulu sağlamasına karşın, iki nedenden dolayı politikanın optimal olduğundan emin değiliz. Birincisi, $q(T-t_3)$ formülüyle ifade edilenin şirketin elinde tutması gereken hükümet teminatlarının başlangıç miktarı için en iyisi olduğu kanıtlanmamıştır. İkincisi, bir tane yatırımdan vazgeçmeyi gerekli gören politikanın,

⁵ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 508.

değişik sayıda yatırımdan vazgeçmeleri, gerekli gören politikalara üstün olduğunda kanıtlanmamıştır. Analizde ilerlemek için, işleme sıfır yatırımdan vazgeçmenin olduğu politikayla başlayalım. $G_0(T)$ ve bu politikayla ilgili optimal net kazancın 0 dolarlık bir değer olduğunu kararlaştıralım. Sıfır yatırımdan vazgeçme politikası şirketin sahip olduğu nakitin herhangi bir kısmının hükümet teminatlarına yatırılmasını engeller. Sıfır değer bu politikaya öngörülmesiyle, bu politika kendisiyle karşılaştırılabilecek diğer tüm politikalar için bir referans noktası olarak kullanılabilir.

Bir sonraki örnek, T zaman birimi boyunca yapılan bir tane yatırımdan vazgeçmeyi içeren olguyla ilgilenir. Tamamen bir tane yatırımdan vazgeçmeyi içeren bir politika şirketin, başlangıçtaki nakit bilançosunun bir kısmını hükümet teminatlarına yatırmaya ve sahip olduklarının tümünün planlama döneminin bitiminden biraz önce ve bir anda gerçekleşen yanlış yatırımına yol açar. Belirlenmesi gereken iki değişken, yatırıma yöneltilecek en uygun miktarın ve hatalı yatırıma ilişkin en riskli zamanın tespitidir.

Bununla birlikte değişken iki kararın işlevsel açıdan birbiriyle bağlantılı olduğunda bir kenara not edilmelidir. Nakit akış oranının verilmesiyle, hatalı yatırıma ilişkin zamanlama doğrudan şirketin elde tutmak için kararlaştırdığı başlangıçtaki nakit miktarının ölçüsüyle belirlenir. Şirketin elde tutmak için kararlaştırdığı bu ilk nakit miktarı, tabiki onun başlangıçta elinde tuttuğu hükümet teminatlarının basit bir şekilde tamamlayıcısıdır.

Bu olguyu analiz etmek için, diyelim ki t yatırımdan vazgeçmenin gerçekleşmesinden önce geçen günlerin sayısı olsun. Nakit akış oranı q olduğu için, başlangıçtaki yatırım miktarı $q(T-t)$ olmalıdır buda T den t ye gerçekleşen toplam nakit akışına eşittir. Eğer hükümet teminatlarının günlük faiz oranı r ise, bu yatırıma ait toplam faiz geliri $rq(T-t)t$ dolardır. Şirketin nakit kullanımından elde ettiği net gelir ise şu şekilde ifade edilir:

$$rq(T-t)t - 2F \quad (4.1)$$

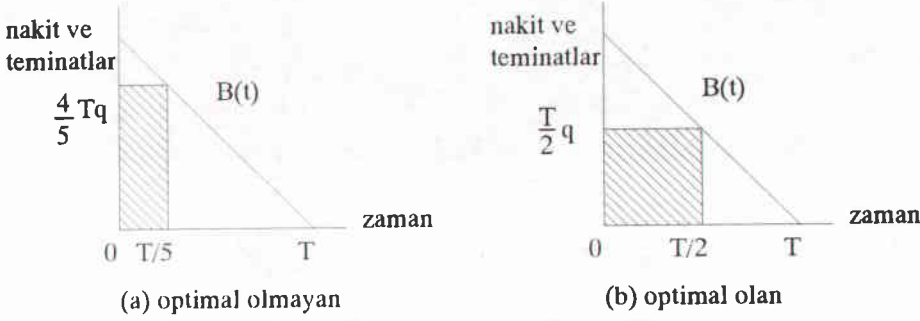
burada 2F teminatların alım ve satımıyla ilgili olan iş maliyetini göstermektedir. Zaman diliminin kısalığı göz önüne alınırsa, yukarıdaki ifadede kullanılan terimlerin hata payını hesaba katmak gerekli değildir. Net gelir t'nin bir fonksiyonu olduğundan, net geliri en üst düzeye çıkaracak bir t değeri vardır. Tek vazgeçim politikasıyla ilgili bu maksimum net gelir $G_1(T)$ sembolüyle gösterilir. Bu da,

$$G_1(T) = \max_t [rq(T-t)t - 2F] \text{ dir} \quad (4.2)$$

t' nü bulmak için (bu formülde parantez içindeki ifadeyi maksimuma çıkaran t değeridir) biz onu t' ye göre farklılaştırırız. Türev sıfıra eşitlendiğinde, $t'=T/2$ buluruz. Bu yüzden yatırımdan bir kez vazgeçme ile ilgili en uygun politika başlangıçtaki nakitin yarısını hükümet teminatlarına yatırmak iken elde kalanların tümünde bir anda $T/2$ zamanında karşıt yatırıma yöneltmektir (optimal ve optimal olmayan politikaları karşılaştırmak için Şekil 4.2'ye bakınız).

$$G = rq(T - t)t - 2F$$

ifadesi maksimum değere sahip olmalıdır. Çünkü onun birinci türevi $t=0$ iken sıfıra eşittir ve ikinci türevi ise daima negatiftir.



Şekil 4.2 Tek yatırımdan vazgeçme politikası

$t=T/2$ yi Şekil 4.2'ye ait parantez içindeki ifadede bırakırsak, $G_1(T)$ için şu ifadeyi elde ederiz.

$$G_1(T) = rq \frac{T^2}{4} - 2F \quad (4.3)$$

Politika yalnızca $G_1(T) > 0$ ve faize göre tanımlanmış ise, bunun anlamı faiz geliri alım ve satım işleri maliyetini geçer demektir.⁶

4.2.4. Optimal Strateji Türetmede İkinci Adım

İki yatırımdan vazgeçim politikası da aynı şekilde analiz edilebilir. Yine t birinci vazgeçişten önceki günlerin sayısı olsun. Günlük nakit akışı q ya eşit olduğunda,

⁶ Mao James. J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 509.

başlangıçtaki yatırım miktarı $q(T-t)$ ye eşit olmalıdır. Çünkü bu T den t ye olan zaman dilimi içinde gerçekleşen nakit akışını karşılamak için gerekli miktardır. Daha önce söylendiği gibi, bu yatırım $rq(T-t)t$ değerinde bir yatırım geliri sağlar (buradaki ifadede yer alan bütün terimler yukarıda tanımlandığı gibidir). Bunun sonucunda, şirketin $0-t$ periyodu boyunca nakit kullanımından elde ettiği net gelir aşağıdaki ifadeyle gösterilir.

$$rq(T-t)t - F \quad (4.4)$$

Bu ifadede F hükümet teminatlarının ilk baştaki alımıyla ilgili iş maliyetidir. Şirketin t zamanında daha önce gözönüne alınan ve kalan $T-t$ zamanı boyunca içinde bir vazgeçmenin bulunduğu durumla yüz yüze geldiğine dikkat edelim.

Formül 4.4'ü uygulayarak, yukarıda sözü edilen öylesi bir durumla ilgili nakit kullanımından elde edilen optimal gelir için şu ifadeyi elde ederiz.

$$G_1(T) = rq \frac{(T-t)^2}{4} - 2F \quad (4.5)$$

Sonraki adım $G_2(T)$ (T süresi boyunca iki vazgeçmeye ilişkin nakit kullanımından elde edilen optimal net gelir) için gerekli ifadeyi yazıp çıkarmaktır. (Bunun için Richard E. Belman'ın *Optimalitenin Prensibi* kitabına başvuracağız. bunu dipnot) Bir optimal politika (başlangıçtaki durum veya karar ne olursa olsun) özellik arz eder. Buna göre sonraki kararlar ilk karardan kaynaklanan duruma göre bir optimal politika oluşturmalıdır.⁷

Bu prensiple Formül 4.4 ve 4.5'teki sonuçları birleştirdiğimizde $G_2(T)$ yi aşağıdaki gibi ifade ederek doğruluk kazanırız.

$$G_2(T) = \underset{t}{\text{Max}} [-F + rq(T-t)t + G_1(T-t)] \quad (4.6)$$

Formül 4.6'daki $G_1(T-t)$ yerine Formül 4.5'teki değerini koyarsak şunu elde ederiz.

⁷ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 510.

$$G_2(T) = \max_t \left[-3F + rq(T - t)t + rq \frac{(T-t)^2}{4} \right] \quad (4.7)$$

t' nü (yukarıdaki parantez içindeki ifadeye en yüksek değeri veren t) bulmak için, t' nü t ye göre farklılaştırırız. Türev sifıra eşitlendiğinde, $t' = T/3$ buluruz. Bu yüzden iki vazgeçmeyle ilgili optimal politika başlangıçta nakitin $2/3$ nü hükümet teminatlarına yatırmak iken, kalanını da iki eşit bölüm halinde $T/3$ ve $2T/3$ zamanında (bkz. Şekil 4.3) karşıt yatırıma yöneltmektir. Dahası 4.7 formülünde parantez içindeki ifadede t yerine $T/3$ değerini yazarsak, $G_2(T)$ için aşağıdaki ifadeyi elde ederiz.

$$G_2(T) = \frac{1}{3}rqT^2 - 3F \quad (4.8)$$

$G_2(T)$ nin pozitifliğini tekrar kontrol etmeliyiz. Eğer $G_2(T) < 0$ ise açıkça bellidirki hiç yatırım yapmamak en iyi yoldur.

4.2.5. Sonuçları Genelleştirme

Planlama dönemi boyunca yapılan üç veya daha fazla vazgeçme ile ilgili politikalar aynı yöntemle başarılı bir şekilde analiz edilebilir. Fakat bu gerekli olmayacak, çünkü matematiksel tümevarım yöntemiyle kanıtlanmıştır ki; yapılan vazgeçmeler için n gibi bir sayı verdiğimizde, t nin optimal değeri şu ifadeyle çıkarılır.⁸

$$t' = \frac{T}{n+1} \quad n > 0 \text{ için} \quad (4.9)$$

Bu yüzden eğer $n=1$ ise, bir tek vazgeçme $T/2$ zamanında (periyodun ortasında) meydana gelmeli. Eğer $n=2$ ise, birinci vazgeçme $T/3$ zamanında olmalı. $T/3$ zamanına gelindiğinde şirket bir tane daha vazgeçmenin olacağı durumla karşı karşıya kalır ve bu nedenle de bu (fazla) vazgeçme $2T/3$ zamanında ($T/3$ den T ye olan periyodun ortasında) yer almalıdır. Genel olarak, vazgeçmelerin sayısı ne olursa olsun optimalite için gerekli

⁸ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 511.

koşul vazgeçmelerin planlama dönemi boyunca eşit zaman aralıklarıyla programlanmasıdır.

Devam edersek, $G_n(T)$ 'yi n ve T nin bir fonksiyonu olarak belirtmeliyiz. 4.3 ve 4.8 formüllerini inceledikten sonra, T zaman birimi boyunca yapılan vazgeçmelerle ilgili varsaydığımız optimal net geliri aşağıdaki ifadeyle gösterebiliriz.

$$G_n(T) = -F(n+1) + \frac{n}{2(n+1)}rqT^2 \quad n > 0 \text{ için} \quad (4.10)$$

Formül 4.10'un sağlaması şöyle devam eder. Bundan önceki alt dölümlerin analizi göstermiştir ki formül $n=1$ ve $n=2$ olduğu zaman geçerlidir. Sonra, varsayalım ki formül $n=k$ içinde gerçekleşsin, bu durumda formülün $n=k+1$ için de geçerli olduğunu kanıtlamamız gerekir. $k+1$ kadar vazgeçmeye ilişkin optimal net gelir izleyen ifadeyle verilebilir.⁹

$$G_{k+1}(T) = \text{Max}_t \left[-F + rq(T-t)t - F(k+1) + \frac{k}{2(k+1)}rq(T-t)^2 \right] \quad (4.12)$$

t' nü elde etmek için, 4.12 formülünde parantez içindeki ifadeyi t' ye göre farklılaştırırız. Türev sıfıra eşitlendiğinde, şu ifadeyi elde ederiz.

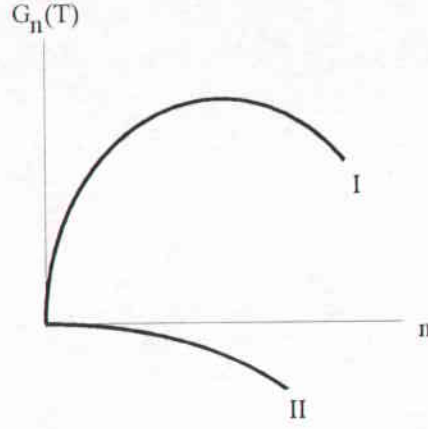
$$t' = \frac{T}{k+2} \quad (4.13)$$

Formül 4.12'de parantez içindeki ifadede t' nin yerine $T/(k+2)$ yazarsak, elde edeceğimiz ifade

$$G_{k+1}(T) = -(k+2)F + \frac{k+1}{2(k+2)}rqT^2 \quad (4.14)$$

sağlama şimdi formal açıdan tamamlanmıştır.

⁹ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 512.



Şekil 4.3 $G_n(T)$ nin iki olası biçimi

Şirketin hedefi tabi ki $G_n(T)$ 'yi maksimum yapan n değerini yani n^* seçip almaktır (n burada negatif olmayan tam sayıdır). n^* elde etmek için, ilk önce

$$\frac{d^2}{dn^2} G_n(T) < 0$$

inceledik, bu ise fonksiyon $G_n(T)$ n göre aşağı doğru konkav demektir. Dahası, eğer maksimum fonksiyon $G_n(T)$ $n > 0$ iken gerçekleşiyorsa (Bkz. Şekil 4.4'teki I. eğri) n değeri şu koşulları sağlamalıdır.¹⁰

$$\begin{aligned} G_n(T) - G_{n-1}(T) &> 0 \\ G_n(T) - G_{n+1}(T) &> 0 \end{aligned} \quad (4.15)$$

$n > 0$ için $G_n(T) = -F(n+1) + \frac{n}{2(n+1)} r q T^2$ olduğundan, bunu

$$G_{n-1}(T) = -F(n) + \frac{n-1}{2(n)} r q T^2$$

ve

¹⁰ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 513.

$$G_{n+1}(T) = -F(n+2) + \frac{n+1}{2(n+2)}rqT^2$$

izler. Bu ifadeleri formül 4.15'teki, $G_{n-1}(T)$ ve $G_{n+1}(T)$ yerine koyarsak ve basitleştirmek, $G_n(T)$ 'nin aşağıdaki koşulu 4.16 sağlayan n değeriyle maksimum olduğunu buluruz.

$$n(n+1) \leq \frac{rqT^2}{2F} \leq (n+1)(n+2) \quad (4.16)$$

Bunun anlamı ise $G_n(T)$ $n(n+1) \leq \frac{rqT^2}{2F}$ gibi en büyük n değeriyle maksimum olurken alternatif açıdan $G_n(T)$ $\frac{rqT^2}{2F} \leq (n+1)(n+2)$ gibi en küçük n değeriyle de maksimum olur.

Böylece iş maliyetinin herhangi bir pozitif sayıdaki vazgeçmeye ait faiz gelirini aşma olasılığı vardır. Analitik olarak, bunun anlamı $G_0(T)=0$ ve $G_n(T)<0$ $n=1,2,\dots$ için (Bkz. Şekil 4.4'teki II. eğri). Böylesi bir olguda optimal politika açık bir şekilde şirketin nakitlerini hükümet teminatlarını yatırmamak olmalıdır.¹¹

Özetlersek, $n>0$ iken $G_n(T)$ 'yi maksimum yapan n değeri için n' dersek ve optimal nakit kullanım politikası ile ilgili n değerine n^* dersek, yukarıdaki analizin sonuçları kısaca aşağıdaki gibi verilebilir:

1. Eğer $G_n(T)>0$ ise o zaman $n^*=n$,
2. Eğer $G_n(T)<0$ ise o zaman $n^*=0$.

4.2.6. Sayısal Bir Örnek

Bu bölümde Formül 4.16'yı optimal nakit kullanımı kararlaştırmada nasıl kullandığımızı basit bir örnekle anlatacağız. Otuz günlük planlama döneminin başında olduğumuzu ve şirket yönetiminin 60,000 dolarlık nakit bilançosuna (bu süre 30 gün içinde tahmin edilen net nakit akışını karşılamaya ancak yeterli olan miktar) sahip olduğunu düşünelim. Dahası, hükümet teminatlarının piyasadaki yıllık faiz oranının %5.4, günlük nakit akış oranının sabit ve 2,000 dolar, yapılan her alım ve satım işlemi

¹¹ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 514.

için komisyonculuk ücretinin sabit ve 21.60 dolar olduğunu varsayalım. Nakit dengesini sağlamak için gerekli optimal politika nedir?

Bu problemde, $T=30$ gün, $r=0.00015$ (her gün için), $q=2,000$ dolar (günlük) ve $F=21.60$ dolar (her işlem için). Bu değerleri Formül 4.16'da yerine koyarsak $\frac{rqT^2}{2F}=6.25$ ve $n'=2$ buluruz. Ancak 2'nin n 'in $\frac{rqT^2}{2F} \leq (n+1)(n+2)$ koşulunu sağlayan en küçük değer olduğuna dikkat edin. Yine 2'nin n 'in $\frac{rqT^2}{2F} \leq \frac{rqT^2}{2F}$ koşulunu sağlayan en büyük değerdir. $n'=2$ verirse okuyucu şirketin net kazancının 25.20 dolar olduğunu tetkik edebilir. Bu yüzden $n^*=n'=2$ 'dir. Böylelikle optimal politika, 30 günlük dönem boyunca 2 tane geri çekilme işlemi gerçekleştirir. Bu nedenle optimal sonuç için bu geri çekilmeler eşit aralıklarla yapılmalıdır, bildiğimiz gibi bunlar 10. ve 20. günün sonunda olacaktır. Günlük nakit akımına 2,000 dolar dersek, şirketin başlangıçta 40,000 dolarlık yatırım yapması ve her geri çekilmede 20,000 dolarlık yatırım yapması ve her geri çekilmede 20,000 dolarlık yatırım stoğunu eritmesi gerektiği araştırılabilir.¹²

Şimdi şunları düşünerek problemi biraz daha genişletelim. Şirketin belli bir krediye sahip olduğu banka x miktarda dolaryı dengeleyen (veya telafi eden) minimum averaj, gerekli göstermektedir. Bu gerektirme (minimum balans averajını) analize kolaylıkla dahil edilebilir. İlkönce, gerekli minimum balansı hesaba katmadan optimal nakit kullanımı politikasını belirleyelim. Eğer zorlanmamış optimal politika tarafından belirlenen bu averaj balans gerekli olan minimum averaj balansa eşit veya ondan büyükse zorlanmamış optimal politika, zorlanmış optimal politikanın aynısıdır. Fakat, eğer zorlanmış optimal politika gerekli olan minimum nakiti ihlal ederse, o zaman, zorlanmış optimal politika averaj nakit balansı gerekli minimum düzeye çıkarmaya ancak yeten geri çekilmelerin sayısı tarafından belirlenir.

Bu genişletmeyi (problemi) anlatmak için, düşüncü şirket gerekli minimum averajı karşılamaya yönelik 15,000 dolar kullandığını düşünelim. (İki tane geri çekilmeyi gerçekleştiren) zorlanmamış optimal politika, 10,000 dolarlık averaj nakit balansını ifade eder (bu ise 5,000 dolar gerekli minimum düzeyin altındadır). Bu yüzden zorlanmış optimal politika yalnızca bir tane geri çekilmeyi gerçekleştirir. Çünkü bu averaj nakit balansı gerekli minimum düzeye çıkarmak için yeterlidir. Ayrıca şuda not edilmelidir ki, verilen örnekte bir tane geri çekilmeyi gerçekleştiren politika averaj nakit balansın tamamıyla 15,000 dolar olmasına yol açar. Bir tane geri çekilmeyle ilgili optimal net gelir; zorlanmamış optimal politikanın (iki tane geri çekilmeyi gerçekleştiren) sağladığı

¹² Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 515.

25.20 dolarlık net gelire kıyasla 24.30 dolardır. Bu nedenle telafi edici balans için gerekli miktar (şirketin kârındaki kayıp olarak) 0.9 dolardır.

4.3. ALACAK HESAPLARINDA YATIRIMIN KONTROLÜ

Şirketin alacak hesaplarının büyüklüğü iki değişkenin fonksiyonuna bağlıdır; satış oranı ve kredi koşulları. Satış oranı bir kısmı şirketin doğrudan kontrolüne tabii olan bir kısmı ise olmayan etkenlerce belirlenir. Ulusal gelir düzeyi ve toplam endüstriyel talep şirketin doğrudan kontrol edemediği etkenlerdir. Pazarlama politikası, üretim dizaynı ve kredi koşulları şirketin doğrudan kontrol ettiği güçlere örnektir. Satışları etkilemesinin yanında, kredi koşulları satışların verili düzeyine tekabül eden alacak hesapları miktarınca da belirlenir. Böylece, eğer tüm satışlar nakit karşılığı yapılıyorsa, alacak hesabında olmayacaktır; bunun yanında eğer bütün satışlar 60 günlük taksitle yapılıyorsa, alacak hesapları yıllık satışın yaklaşık 1/6'sı olacaktır. Şimdi şirketin kârlarını maksimuma çıkaran kredi koşullarının analiz edelim.¹³

4.3.1. Tanımlar, Kavramlar ve İşaretler

Kendi alacak hesapları politikasını belirlerken, bir işletmenin yönetimi aşağıda verilen nicel değişkenler üzerinde kontrole sahiptir.

1. Nakit iskontonun büyüklüğü,
2. İskonto döneminin uzunluğu,
3. Kredi döneminin uzunluğu.

Nakit iskontonun ölçüsü (h ile sembolize edilir) basit bir şekilde müşterinin faturasından yapılan indirimdir. (Müşterinin belli bir süre içinde ödemeyi taahhüt ettiği fatura) içinde bu nakit iskontonun yer aldığı dönem, iskonto dönemi olarak adlandırılır ve t ile gösterilir. Bununla birlikte, eğer müşteri kendi nakit iskontosundan vazgeçmeyi kararlaştırırsa, müşteriye faturasının tamamını ödemediği önce ekstra bir zaman tanınır. Bu ekstra zaman ve nakit iskonto dönemi birlikte kredi periyodunu oluşturur ve buda T olarak gösterilir. Bu nedenle kredi periyodu bir faturanın kalmış borç olabileceğini (ancak zamanı geldiğinde ödenmemiş olmamak şartıyla) süreyi de içeren tüm zamanı kapsar.

¹³ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 516.

Bunu anlatmak için, kredi dönemlerinin 2/10 ve n/30 olduğunu kabul edelim. Bunun anlamı, bir müşteri eğer faturasını 10 gün içinde öderse %2'lik nakit iskontoyu hak kazanır, aksi takdirde faturanın tümü yazıldığı tarihten itibaren 30 gün içinde ödenir. Dönemler $h=0.02$, $t=10$ gün ve $T=30$ gün olarak ifade edilir.

Yukarıdaki açıklamalara ve işaretlere ek olarak sonraki analiz yine efektif değer kavramını kullanacaktır. Bir firmanın ürünlerini P fiyatına ve h/t n/T dönemlerinde sattığını düşünelim. İskontoyu hak kazanan müşterilere satılan her birim için, şirket t günü sonunda $P(1-h)$ dolar toplar. Eğer sermayenin şirkete yıllık maliyeti k ise, alacak yatırımlarıyla ilgili kesin finansman bedeli $P(1-h)\frac{kt}{360}$ 'tır. Bu kesin bedeli gerçek toplamdan çıkarırsak $P\left[1-h-\frac{kt}{360}(1-h)t\right]$ 'nin efektif değerine ulaşırız. Başka bir deyişle, h/t , n/T dönemlerine ilişkin P 'nin değeri (iskontoyu hak kazanan müşterilere ait) nakit olarak $P\left[1-h-\frac{kt}{360}(1-h)t\right]$ değerine eşittir. Bu eşdeğer nakit değer (P') iskontoyu hak kazanan müşterilere ait efektif değer olarak adlandırılacaktır. Benzer şekilde, iskontoyu hak etmeyen müşterilere satılan birimlerin efektif değeri $P\left(1-\frac{kt}{360}t\right)$ e eşittir.¹⁴

4.3.2. İskonto Kararına İlişkin Kredi Politikasının Etkisi

Verili bir kredi politikasının bir şirketin satışlarına ve tahsil ettiklerine etkisi, iskontoyu hak eden ve etmeyen müşterilere yapılan satışlar arasındaki farka dayanır. Bu bölümde, iskontoya ilişkin müşterilerin kararının, şirketin kredi politikasındaki orta halli değişikliklerin hassas olmadığını göstereceğiz. Bir başka deyişle, iskontoyu hak eden ve etmeyenlere yapılan satışlar arasındaki farkın orta halli değişikliklerden (burada, kredi politikası nakit iskontonun ölçüsü, iskonto periyodunun uzunluğu ve kredi periyodunun uzunluğu olarak değişir) büyük oranda etkilenmesi olası değildir.

İlk olarak nakit iskontodan vazgeçen müşterilere yönelik ticaret kredisinin maliyetini belirlemek yararlı olacaktır. Kredi dönemlerinin h/t , n/T olduğunu düşünelim. Bunun anlamı, müşteri eğer t günde öderse fatura fiyatından h miktarda iskontoyu hak kazanacaktır. Aksi durumda, tüm faturayı T günde ödemesi beklenecektir. İskontoyu hak etmeyen müşteri (çünkü müşteri ödemesini $t-T$ gün geciktirmiştir) ise $h.p$ miktarda iskontoyu kaybeder. Bu yüzden iskontoyu hak etmeyen müşterilere yönelik ticaret kredisinin yıllık maliyeti yaklaşık olarak $\frac{360}{T-t}h$ formülü ile verilir. Böylelikle, tipik kredi

¹⁴ Mao James J. T., *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 517.

dönemlerinin 2/10, n/30 olduğu ilaç endüstrisinde, iskontoyu hak etmeyen müşterilere yönelik ticaret kredisinin maliyeti her yıl için %36'dır.

İskontoyu hak etmeyenlerin kararının kredi politikasındaki değişikliklere hassas olmaması, bir çok endüstride ticaret kredisinin yüksek maliyetinin yol açtığı durum olarak tespit edilebilir. İlaç endüstrisinin uyguladığı dönemlerden yukarıda söz edildi. Şekerleme, boya, cila ve vernik imalatçıları da 2/10, n/30 dönemler üzerinden satış yaparlarken, kuru mal toptancıları sıklıkla 3/10, n/30 dönemleri üzerinden satış yaparlar. Kredi dönemlerinin müşterilerin iskontoya ait kararına etkisi, eğer biz ticaret kredisinin kullanımının kârını ve maliyetini müşterilerin bakış açısından analiz edersek daha iyi anlaşılır. Yıl üzerinden ticaret kredisinin maliyeti $\frac{360}{T-t}h$ formülüyle hesaplanır. Ticaret

kredisinin kârı en iyi faiz oranı ile (müşterinin bankalar, fabrikalar ve ticari senet pazarı gibi alternatif kaynaklardan para elde edebildiği faiz oranı) belirlenir. Bu borçlanma (faiz) oranı r sembolü ile gösterilecektir. Dahası, eğer satış dönemleri h/t , n/T ise, müşteri, kredinin maliyeti, $\frac{360}{T-t}h$, ticaret kredisinin kârını, r , aştığı sürece nakit iskontosunu

kullanmayı kârlı bulacaktır. Bu demektir, eğer yalnızca $h > \frac{r(T-t)}{360}$ ise müşteri ticaret kredisini kârlı bulacaktır. Örnek olarak, eğer $t=10$ gün, $T=30$ gün ve $r=\%6$ (yıllık) ise müşterinin nakit iskontosundan yararlanması beklenebilir, ancak nakit iskontosunun (h) ölçüsünün $\%0.33$ 'ten büyük olmasını sağlamak şartıyla (Bkz. Tablo 4.1 A). Bu yüzden, en azından bir örnek için, h müşteri ölçütü ile $\%1$ ile 3 arasında kaldığı sürece h 'ya ait değişikliklerin iskontoya ilişkin kararı etkilemesi olası değildir.¹⁵

¹⁵ Mao James J. T., *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 518.

Tablo 4.1 Kredi dönemlerinin bir fonksiyonu olarak ticaret kredisinin maliyeti

A. T=30 gün; t=10 gün							
h	0.03	0.02	0.01	0.005	0.0033	0.0025	0.001
$\left(\frac{360}{T-t}\right)_h$	0.54	0.36	0.18	0.09	0.06	0.04	0.02

B. h=0.02; t=10 gün							
T	30	50	70	90	110	130	150
$\left(\frac{360}{T-t}\right)_h$	0.36	0.18	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05

C. h=0.02; T=30 gün							
t	-90	-60	-30	-20	-10	0	10
$\left(\frac{360}{T-t}\right)_h$	0.06	0.08	0.12	0.14	0.18	0.24	0.36

Biz yine müşteri için iskontoyu çekici kılacak T ve t kritik değerlerinin belirleyebiliriz. Böylece, t, h ve r verdiğimizde, $\frac{360h+rt}{r} > T$ 'yi sağlamak koşuluyla müşteri nakit iskontosundan yararlanmayı kârlı bulacaktır. Örnek olarak, eğer h=0.02, t=10 gün ve r=%6 ise kredi periyodu (T)'nin uzunluğunun 130 günü aşmaması koşuluyla müşterinin nakit iskontosundan yararlanması beklenebilir (Bkz. Tablo 4.1 B). Benzer şekilde, T, h ve r verdiğimizde, $t > T - \frac{360h}{r}$ koşulunu sağlamak şartıyla müşteri nakit iskontosundan yararlanmayı kârlı bulacaktır. Örnek olarak, eğer h=0.02, T=30 gün ve r=0.06 ise müşterinin nakit iskontosundan yararlanması beklenebilir (iskonto şartı, kişinin faturasını 90 gün içinde peşin ödemesi gerektiğini içerse bile) (Bkz. Tablo 4.1 C).

Önceki analiz bizi iskontoyu hak eden müşterilerle ilgili olarak şu sonuca ulaştırır: İskontoya ilişkin kararın T, t ve h'ta olan orta halli değişikliklerden etkilenmesi pek olası değildir. İskontoyu hak etmeyen müşteriler içinse, onların nakit iskontoyu elde edememeleri şunu gösterir, bu müşteriler bir başka kaynak para temin edememektedirler veya elde etseler bile bunun maliyeti ticari kredinin maliyetinden de yüksektir. Bu şirketler tipik olarak zayıf finansman şartlarına sahip olduklarından, şirketlerin nakit iskontoyu almadaki yetersizlikleri kendilerine para sağlayanların kredi koşullarındaki orta halli değişikliklerle düzeltilemezler. Dahası, ödememenin riski iskontoyu hak eden müşterilere kıyasla hak etmeyenler arasında dikkate degecek şekilde yüksektir. Bilinen

koşullarda, şirketin optimal politikası ödeme riski olamayanlara rahatça krediyi artırmaktır.

4.4. OPTİMAL KREDİ POLİTİKASI

Yönetim kredi politikasını formüle ederken, iskontolu ve iskontosuz müşteriler arasında ayırım yapmayı yararlı bulacaktır. Mantıksal olarak bu ayırım yapılmalıdır. Çünkü, iskonto kararı kredi politikasındaki değişkenlerin değişimine duyarsızdır. İskontolu müşterilere, yapılan satışlardan şirket aşağıdaki gibi bir kâr payı alır.¹⁶

$$\Pi = \left\{ P \left[1 - h - \frac{k}{360}(1-h)t \right] - v \right\} x \quad (4.17)$$

burada $P \left[1 - h - \frac{k}{360}(1-h)t \right]$ iskontolu müşterilere yönelik malın efektif değerini, v , üretilen her birimin değişken maliyetini ve x iskontolu müşterilere satılan birimin sayısını göstermektedir. Eğer anahtar kredi değişkenini içeren $h + \frac{k}{360}(1-h)t$ ifadesi q ile sembolize edilirse, 4.17 denklemi şu hale gelir.

$$\Pi = [P(1 - g) - v]x \quad (4.18)$$

Satış fiyatını ve değişken birim maliyetlerini verili olduğu durumda, hangi kredi politikası, şirketin toplam kârını maksimuma çıkarmaya katkıda bulunacaktır. Bu soruyu cevaplamak için, birinci adım; toplam satılan mal hacminin kredi politikası (g) ile nasıl değişeceğini görebilmek için sözkonusu (x) ve (g) nin

$$x = \alpha + \beta g$$

şeklinde doğrusal bir ifade olduğunu varsayalım ($\alpha = \beta = \text{sabit}$). Eğer x 4.18 eşitliğinde yerine konulursa

$$\Pi = [P(1 - g) - v][\alpha + \beta g] \quad (4.19)$$

¹⁶ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 519.

ifadesini buluruz.

İkinci adım olarak, 4.19 ifadesini g 'ya göre türevini alıp sıfıra eşitlersek g^* optimal kredi politikası olarak şu formül bulunur.¹⁷

$$g^* = \frac{P - v}{2P} - \frac{\alpha}{2\beta} \quad (4.20)$$

Bir örnekle ifade edersek $p=10$ dolar, $v=5$ dolar, $k=0.06$, $\alpha=50$ ve $\beta=109.5$ olsun. Ürünlerini 2/10, n/30 kredi şartlarında satan şirket bu kredi politikasının optimal olup olmadığını anlamak istiyor. Bu verilen değerler 4.20'de yerine koyarsak eğer g kredi politikası değişkeni optimal ise değeri 0.0217 olmalıdır. g 'nın gerçek değeri (g 'nin tanımına göre bulunmuş olan) 0.0216 dır. Sonuç olarak şirketin kredi politikası yaklaşık olarak optimaldir. Bu analiz iskontolu satışlara uygulanmıştır. Ancak iskontosuz satışlara da uygulanabilir.

4.5. DEMİRBAŞ YATIRIMIN KONTROLÜ

Demirbaş yönetimi işletme araştırmacıları tarafından, herhangi bir yönetim probleminden çok daha fazla araştırılmıştır. Bu konudaki bütün literatürler demirbaş kontrol durumuyla ilgili her türlü matematiksel model ile doludur. Bu nedenle, biz burada yeni bir model oluşturmaya çalışmayacağız bunun yerine çoğu modelin temeli olan basit ve temel bir model üzerinde yoğunlaşacağız.

4.5.1. Problemin Tanımlanması

Şöyle bir imalatçı alalım. Bu imalatçı gelecekteki öngörülebilecek zaman içinde bir birim zamanda g birim mal satabilecek. Malın üretim maliyeti c_1 taşıma maliyeti c_2 , c_1 ise bir birim malın içine giren emek ve malzeme maliyeti. c_2 ise sigorta depolama masrafları ve faiz maliyetleri (bir birim ürünün bir birim zamanda düşen). Ek olarak kırıltı maliyeti c_3 depolamadan gelen talebi karşılayamama maliyeti. Eğer bir maliyete katlanmak kavramı geniş bir şekilde açıklanacak olursa, c_3 'e elde yeterince mal olmamasının maliyeti denilebilir. Her bir üretim süreci çemberinde katlandığı bir işletme sistem maliyeti c_4 dir. Bunlar verilmek üzere, firmanın kârını maksimum edecek olan üretim ve depolama politikası ne olabilir.

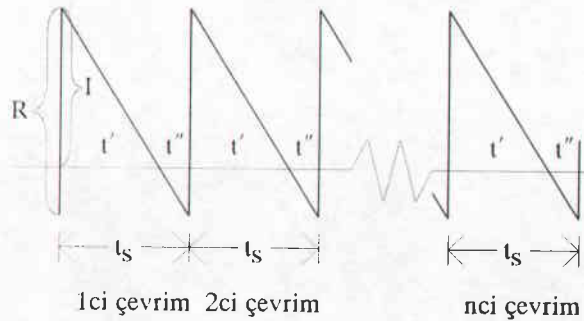
¹⁷ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 520.

Eğer öngörülebiyecek gelecekteki toplam talebin hepsi bir defada üretilirse firmanın c_s maliyeti minimum olacaktır. Fakat, sonuçta bu politika malların depoda tutma maliyetini yükseltme eğilimi gösterecektir. Buna alternatif olarak şirket depoda tutma maliyetini çıktığı küçük miktarlarda yani parça parça üreterek azaltabilir. x birimin toplam talep olduğu varsayılırsa, küçük miktarlarda parti parti üretimi daha fazla üretim süreci oluşturacak veya c_s 'yi arttıracak. Ayrıca parti parti ürettiğimizde ktlık maliyeti söz konusu olur ve bu maliyet işlevsel olarak, ne kadar mal ne kadar zamanda üretilmesine bağlıdır. Dolayısıyla firmanın önündeki karar bir üretim ve depolamasını belirlemesidir ve bu karar c_s (işletme maliyeti) ile elde yeterince mal kalmaması ve elde mal tutma maliyetlerinin dengelenmesini gerektirir.¹⁸

4.5.2. Analitik Çözüm

C. West Churchman, Russell L. Ackoff ve E. Leonard Arnoff'ların metodlarına benzer bir metod kullanarak yukarıda tanımlanan problemi a) belirsizlik b) belirlilik ktlık maliyeti koşullarına göre çözelim. Belirsiz ktlık maliyeti ktlığa izin verilemeyeceği ve depoda her zaman müşteri talebini karşılayacak mal bulunma zorunluluğunu ifade ediyor. Belirli ktlık maliyeti ise, firma yeni bir üretim işlemine girip boş depolarını doldurana kadar siparişlerin belirli düzeyde biriktirilmesine izin verilmesi demektir. Bir firmanın eski siparişlerinin birikmesine hangi düzeyde izin vereceği temel olarak ktlık maliyetinin bir fonksiyonudur. Dolayısıyla ktlık durumunun olmama politikası sonsuz ktlık maliyeti ile çalışan bir modelin sınırlayıcı bir koşulu olarak düşünülebilir.

Sonlu Ktlık Maliyeti: c_3 , her bir dönem boyunca bir birim ktlık maliyetinin sonlu olduğunu varsayalım.



Şekil 4.4 Depo analizi çerçevesi

¹⁸ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 521.

Churchman, Ackoff ve Arnoff arz, talep, depolama ve üretim arasındaki ilişkileri tanımlamak için analitik bir çerçevedir. Grafikteki semboller aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:¹⁹

R = Her bir üretim çemberinde, üretilen birim miktarı

t_s = İki üretim çemberi arasındaki geçen zaman miktarı

t' = Arzın talebi geçtiği zaman miktarı. Yani deponun pozitif olduğu zaman

t'' = Talebin arzı geçtiği ve eski karşılanmamış siparişlerin mevcut olduğu dönem

I = Her bir dönemin başındaki depolama düzeyi

Verilen bu analitik çerçeveye göre toplam üretim ve taşıma maliyeti depolama düzeyi ve bir çemberde üretilen mal miktarının fonksiyonu olarak üretilir. Her bir üretim sürecinde c_s işletme maliyeti sabittir. c_1 birim üretim maliyeti değişkeni olduğu için her bir üretim sürecinde R birim mal üretildiğinde her bir üretim sürecinde toplam değişken maliyet $R \cdot c_1$ 'dir. Bu maliyetlere ek olarak işletme her bir üretim dönem boyunca t' zaman birimi boyunca depoda tutma maliyetine katlanır. t' zaman dönemindeki ortalama depo maliyeti $I/2$ olduğuna göre her bir çemberdeki toplam depoda tutma maliyeti $1/2 c_2 I t'$ 'dür. Sonuç olarak, her bir çemberde şirket t'' zaman birimi için bir kıtlık maliyetine katlanır. Bu dönemdeki (t'') ortalama depo maliyeti $(R-I)/2$ olduğuna göre, her çevrimdeki toplam kıtlık maliyeti $1/2(R-I)c_3 t''$ 'dir.

Bu dört maliyet bileşimini özetleyerek bir toplam maliyet fonksiyonu buluruz.

$$\begin{array}{lcl} TM & = & c_s + Rc_1 + 1/2 c_2 I t' + 1/2 (R-I) c_3 t'' \\ \text{üretim} & & \text{işletme} \quad \text{değişken} \quad \text{Taşıma maliyetleri} \\ \text{süreci} & & \text{maliyeti} \quad \text{maliyet} \end{array} \quad (4.21)$$

Satışlar birim zamanda q birime eşit olduğuna göre, $R=q(t'+t'')=qt_s$, $I=qt'$ ve $R-I=qt''$ dir. Ayrıca, bu formüllerden yararlanarak şu formül elde edilir.

$$I/R = t'/t_s \text{ ve } (R-I)/R = t''/t_s$$

Bunları 4.21'de yerine koyarsak

¹⁹ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 523.

$$\begin{array}{l} \text{TM} \\ \text{üretim} \\ \text{süreci} \end{array} = c_s + Rc_1 + 1/2c_2 \frac{I^2}{R} t_s + 1/2c_3 \frac{(R-I)^2}{R} t_s \quad (4.22)$$

4.22'deki eşitliğin her iki yanını t_s ile bölelim.

$$\begin{array}{l} \text{TM} \\ \text{birim} \\ \text{zaman} \end{array} = \frac{c_s q}{R} + c_1 q + \frac{I^2}{2R} c_2 + \frac{c_3 (R-I)^2}{2R} t_s \quad (4.23)$$

oluşur.²⁰

Toplam maliyeti minimize edecek olan üretim ve depolama politikası 4.23 eşitliğinin R ve I'ya göre türevi alınarak bulunur.

$$\frac{\partial(\text{TM})}{\partial R} = -\frac{c_s q}{R^2} - \frac{I^2}{2R^2} c_2 + \frac{c_3}{2} \left[2 \frac{(R-I)}{R} - \frac{(R-I)^2}{R^2} \right] \quad (13-24)$$

$$\frac{\partial(\text{TM})}{\partial I} = \frac{I}{R} c_2 - \frac{c_3}{R} (R-I)$$

ve kısmi türevleri sıfıra eşitlersek, R ve I'nın optimal değerleri için şu eşitlikleri buluruz.

$$R^* = \sqrt{2q \frac{c_s}{c_2}} \sqrt{\frac{c_2 + c_3}{c_3}} \quad (4.25)$$

$$I^* = \sqrt{2q \frac{c_s}{c_2}} \sqrt{\frac{c_3}{c_2 + c_3}} \quad (4.26)$$

üretim süreçleri arasındaki optimal zaman $t_s = R/q$ olduğuna göre

²⁰ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 524.

$$t_s^* = \sqrt{\frac{2c_s}{qc_2}} \sqrt{\frac{c_2+c_3}{c_3}} \quad (4.27)$$

formül oluşur. İşçilik ve malzeme maliyetleri zaman içerisinde sabit kaldığına dikkat edelim. Dolayısıyla R, I ve t_s 'in yukarıda ifade edilen optimal değerlerinde c_1 yer almaz. Sonuç olarak, birim zamandaki optimal toplam maliyeti 4.25 ve 4.26'daki R ve I'yı 4.27'de yerine koyarak buluruz.²¹

$$TM^*/\text{birim zaman} = \sqrt{2qc_2c_3} \sqrt{\frac{c_3}{c_2+c_3}} + c_1q \quad (4.28)$$

Yukarıdaki formüllerin uygulanabilirliğini göstermek için bir örnek verelim. Play-mate adında bir şirket, bir oyuncaktan her gün 100 birim dime depoları zincirine göndermek üzere bir sözleşmeye sahip. Sözleşmeye göre belirlenen mal taşımalarının yapılamaması durumunda her gün her bir birim götürülemeyen mal için 15 dolar ceza öngörüyor. Ayrıca eğer şirket planlanan malı gönderemezse sözleşmenin bozulmasıyla da karşılaşabilir. Dolayısıyla yönetim iç kontrol amacıyla ktlık maliyetini 15 dolar yerine her gün her birim başına 25 dolar belirlemiş. İşletme maliyeti c_3 bir defada 2,200 dolara mal oluyor ve bir birimi bir gün depoda tutmak 11 dolara mal oluyor. Bu veriler ışığında Play-mate için optimal depolama ve üretim politikası ne olacaktır.

Bu problem için q günde 100 birimdir. c_2 ise 0.11 dolar (her gün bir birim için), $c_3=0.25$ dolar (bir birim bir gün), c_s üretim süreci başına 2,200 dolardır. Bunları 4.25 ve 4.27 formülünde yerine koyarsak

$$R^* = \sqrt{2 \times 100 \times \frac{2,200}{0.11}} \sqrt{\frac{0.36}{0.25}} = 2,400 \text{ her bir çember birimleri}$$

$$I^* = \sqrt{2 \times 100 \times \frac{2,200}{0.11}} \sqrt{\frac{0.25}{0.36}} = 1,667 \text{ başlangıç depolamadaki birimler}$$

$$t_s^* = \sqrt{\frac{2 \times 2,200}{100 \times 0.11}} \sqrt{\frac{0.36}{0.25}} = 24$$

$$TM^* = \sqrt{2 \times 100 \times 0.11 \times 2,200} = 383.33 \text{ dolar her bir zaman birimi}$$

²¹ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 525.

Firmanın politikası her bir dönemde 1,667 birimden daha fazla depolamamaktır. Günde 100 adet dışarı verildiğine göre 1,667 birim firmaya yaklaşık 17 gün dayanır. Üretim çemberleri arasındaki zaman 24 gün olduğuna göre optimal politika firmanın her 24 günlük dönemde 7 gün stoksuz kalması demektir.²²

Sonsuz Kıtık Maliyeti: Bazı durumlarda alınan siparişi karşılayamama maliyeti çok yüksektir ve işletme kıtlığa izin vermeyecektir. Alınan siparişler her zaman karşılanacağına göre eğer kıtlığın cezası yeterince ağır ise kıtlığa izin verilmemesi gibi bir politika sonsuz kıtlık maliyetinin sınırındaki bir durum olarak görülebilir. Şuna dikkat edelim.

$$\lim_{c_3 \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{c_2 + c_3}{c_3}} \text{ ve } \lim_{c_3 \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{c_3}{c_2 + c_3}}$$

her iki durumda bire eşittir. R^* , I^* , ts^* ve TC^* formülleri kıtlık olmaması durumunda aşağıdaki gibidir.

$$R^* = \sqrt{2q \frac{c_s}{c_2}} \quad (4.29)$$

$$I^* = \sqrt{2q \frac{c_s}{c_2}} \quad (4.30)$$

$$ts^* = \sqrt{\frac{2c_s}{qc_2}} \quad (4.31)$$

$$TC^*/\text{birim zaman} = \sqrt{2qc_2c_3} + c_1q \quad (4.32)$$

²² Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 526.

Eğer ktlık maliyeti, c_3 , sonlu ise $\sqrt{\frac{c_2+c_3}{c_3}} > 1$ ve $\sqrt{\frac{c_3}{c_2+c_3}} < 1$ olur. Ktlığa (depoda mal kalmamasına) izin verildiği durum karşılaştırılınca ktlığa izin verilmemesi durumu R^* ve ts^* 'in daha küçük ama I^* ve TC^* 'in daha büyük değerler almasına neden olur. Bunu görebilmek için incelediğimiz sayısal örnekte c_3 sonlu yerine sonsuz olsaydı optimal çözüm şöyle olurdu.²³

$$R^* = \sqrt{\frac{2 \times 100 \times 2,200}{0.11}} = 2,000 \text{ her çevrimdeki birimler}$$

$$I^* = \sqrt{\frac{2 \times 100 \times 2,200}{0.11}} = 2,000 \text{ başlangıç depolamadaki birimler}$$

$$ts^* = \sqrt{\frac{2 \times 2,200}{100 \times 0.11}} = 20 \text{ çemberler arasındaki günler}$$

$$TC^* = \sqrt{2 \times 100 \times 0.11 \times 2,200} + (2 \times 100) = 20 \text{ her birim zaman}$$

Analizimizin sonucu gösterdi ki mevcut depolama modelinde optimal politika belirli planlanmış bir süre için üretim çemberleri her zaman tam sayı çıkmaz. Ktlıkla ilgili örnekte üretim çemberlerinin optimal sayısı tam bir sayıdır (eğer firmanın planlama dönemleri 24'ün katları şeklinde gidiyorsa). Benzer şekilde ktlığın olmadığı örnekte de üretim çemberlerinin optimal sayısı ancak firmanın planladığı dönemler 20'nin katları ise tam sayıdır. Bu açıdan mevcut depolama yönetim modeli daha önce incelenen nakit yönetim modelinden farklıdır. Çünkü nakit yönetim modelindeki bulunan (withdrawals) sayısı her zaman tam sayı çıkıyor.

4.6. KISA DÖNEMLİ FİNANS KURALLARI

Daha önceki bölüm de bir firmanın miktarlarda nakit veya çekilebilir hesap ve depolanmış şekilde elinde tutması gerektiğini inceledik. Şimdi bununla ilişkili bir problemi inceleyeceğiz. Bu işletme sermayesi yatırımlarının finanse edilmesinin en iyi yolları nedir. Çalışan sermaye yatırımında yüksek likidite yönetimin finansman kararlarında esneklik sağlar. Bu bölümde firmanın çalışma sermayesi ihtiyaçlarının tamamen kesin olarak bilindiğini ve yönetimin bunları kısa dönemli formlarla finanse etmeye karar verdiğini varsayacağız.

Böylece doğrusal programlamanın firmanın net faiz maliyetlerini minimize edecek bir finans modelini oluşturulmasında nasıl kullanılacağını gösteren bir model

²³ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 527.

oluşturulacaktır. Gerçekte, nakit bütçeleme ve finans birbirleriyle ilişkili kararlardır. Çünkü maliyet ve kredi mevcudiyeti firmanın çalışma sermayesi yatırımının optimal miktarını etkiler ve firmanın çalışma sermayesine yaptığı gerçek yatırım miktarı hangi finans modelinin optimal olduğunu belirler. Fakat analizi basitleştirmek amacıyla bu iki kararı ayrı ayrı inceleyeceğiz.

İlk kısa dönemli finans kararlarının doğrusal programlama modellerinden bir tanesi A. A Robichek, D. Terchroew ve J. M. Jones (RTJ) kişiler tarafından oluşturulmuştur. Bizim inceleyeceğimiz temel problem RTJ'nin incelediği ile aynıdır. Ancak bizimki daha az kompleks olacaktır. Modelin amacı bir işin mevsimlik nakit ihtiyaçlarının finanse edilmesinin firmaya finans maliyetlerini minimize edecek yöntemin bulunması.²⁴

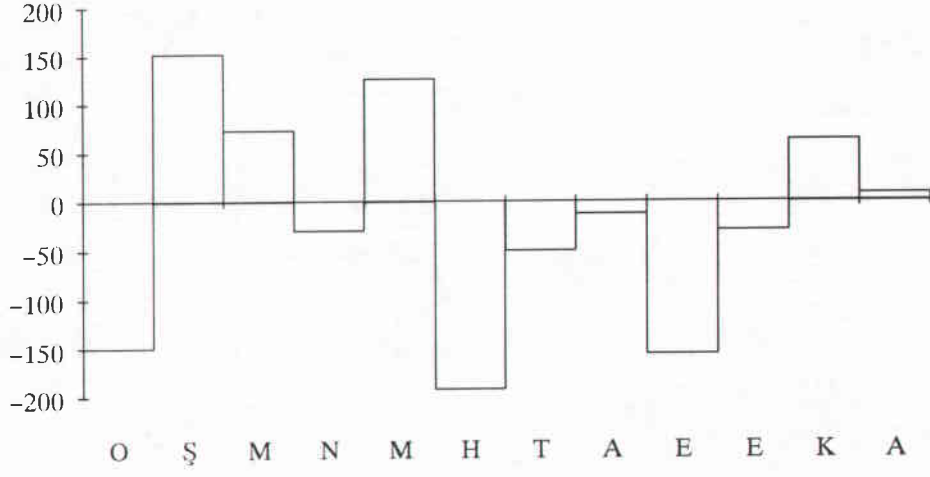
Genel Bilgiler

Fancycraft yönetiminin kısa dönemli finans problemlerine bakacağız. Şirket orta büyüklükte bir şirkettir. Tebrik kartları ve hediyelik ambalaj kağıdı üretmektedir. Tebrik kartlarının doğasından ötürü Fancycraft'ın satışları mevsimlik değişiklikler gösterir. Şirketin üretim hattı doğum günü kartları, teşekkür notları ve ambalaj kağıdı gibi belli istikrarlı maddeler içermektedir. Bunlar bütün yıl boyunca az çok sabit düzeyde satılmaktadır. Fakat şirket gelirinin önemli bir kısmı Christmas, Halloween, Thanksgiving, Easter ve Valentine's Day gibi özel durumlar için yapılan satıştan gelmektedir. Dolayısıyla şirket satışları yılın ikinci çeyreğinde en düşük ve yılın dördüncü çeyreğinde en yüksek düzeyindedir. Daha da açık olarak ifade edersek tahminlere göre yılın birbirini izleyen çeyreklerindeki aylık satışlar 183, 83, 150 ve 250 dolar olacaktır.

Tebrik kartı ve ambalaj kağıdı imalatı oldukça kârlı bir iştir. Her bir dolarlık satışta, işletme %50 üretim maliyeti ödemektedir. Bu maliyet farklı bileşenler arasında şöyle dağılmaktadır. İşçilik %25 cents, malzeme %12.5, nakit giderler %6.25 ve amortisman %6.25 dir. Ek olarak firmanın sabit satış ve yönetim giderleri ayda 70 dolardır, vergi ve dividant (tahvil veya hisse sahiplerine) için vergi öncesi kârının %62'sini ödüyor.

²⁴ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 528.

+: giren -: çıkan



Şekil 4.5 Fancycraft'ın nakit bütçesi

Tablo 4.2 Gelecek 12 ay için Fancycraft'ın nakit bütçesi*

SATIR MADDE	OCA.	ŞUB.	MAR.	NIS.	MAY.	HAZ.	TEM.	AĞU.	EYL.	EKİ.	KAS.	ARA.
İşlemlerden gelen makbuzlar:												
1. Çekilebilir hesaplar	200	200	200	183	183	183	83	83	83	150	150	150
İşlemlerden gelen ödemeler:												
2. Malzeme satın almak için ödemeler	23	23	23	10	10	10	18	18	18	31	31	31
3. İşçilik ve nakit harcamalar	25	25	25	47	47	47	78	78	78	57	57	57
4. Satış ve yönetim harcamaları	210			210			210			210		
5. İşlemlerden dolayı net nakit akışı	(58)	152	152	(84)	126	126	(223)	(13)	(13)	(148)	62	62
6. İşlemdaki minimum nakit dengesinin değişimi	28	0	(54)	54	0	(193)	193	0	(118)	118	0	(30)
Diğer nakit gereksinimler:												
7. Devidantlar ve vergiler	0	0	(25)	0	0	(25)	0	0	(25)	0	0	(25)
8. Değer kaybeden sermaye	(20)	0	0	0	0	0	(20)	0	0	0	0	0
9. Plakaların satın alınması	(100)	0	0	0	0	(100)	0	0	0	0	0	0
10. Periyod için gerekli toplam nakit (faiz ödemeleri ve receiptlerden önce)	(150)	152	73	(30)	126	(192)	(50)	(13)	(156)	(30)	62	7
11. Kümülatif nakit gereksinimi (faiz ödemeleri ve receiptlerden sonra)	(150)	2	75	45	171	(21)	(71)	(84)	(240)	(270)	(208)	(201)
		2	75	45	171	(21)	(71)	(84)	(240)	(270)	(208)	(201)

* Bütün rakamlar en yakın dolara yuvarlanmıştır. Satır 5'ten 11'e kadar parantez içindeki rakamlar finanse edilmesi gereken nakit gereksinimleri göstermektedir.

Nakit Bütçesi

Şirketin satış tahminleri gelecek on iki ay için bir nakit bütçesi oluşturmanın temelidir. (Tablo 4.2 ve Şekil 4.5'e bakınız.) Ödeme planları, satış koşulları, sermaye masrafları oranı, değer kaybeden fonların gereken harcamaları ve diğerleri ile ilgili olarak aşağıdaki varsayımlar yapılmıştır.²⁵

1. Fancycraft ürünlerini "net 90" koşulu ile satmaktadır. Bir faturayı 90 gün içinde ödemesi gerekir. Böylece ocakta yapılan satışların parası nisanda toplanmaktadır, şubatta yapılanlarında mayısta toplanmaktadır.
2. Şirketin üretim politikasına göre herbir ayın sonundaki stok miktarı gelecek üç ayın tahmini satış miktarına eşittir.
3. İşçilik ve nakit giderleri bu hizmetlerin üretim sürecinde tüketildiği ay içerisinde nakit olarak ödenir, ama diğer yandan malzeme maliyetleri "net 90" koşulu içinde ödeniyor.
4. Satış ve yönetim harcamaları her 90 günde bir ocak, nisan, temmuz ve ekimde nakit olarak ödenir.
5. Dividantlar ve vergiler üç ayda bir mart, haziran, eylül ve aralıkta ödeniyor.
6. Şirketin her yıl iki kez değer kaybeden fondan dolayı 20 dolar ocak ve temmuzda ödenmek üzere ödeme yapması gerekir.
7. Üretim departmanının biri ocakta diğeri hazıranda taşınmak üzere iki tane 100 dolarlık plakaları var. Şirketin bu plakalar için taksitle ödeme planı içerisinde bütün yıl boyunca aylık ödemeler yapmak gibi bir seçeneği var. Bu durumun detayları daha sonra fon kaynakları başlığı altında açıklanacaktır.
8. Şu anda aralık 31, şirketin hesap dengesi mevcut değer ve ödeme çıkışlarını şöyle göstermektedir. Nakit 58 dolar, çekilebilir hesap 600 dolar, stok 300 dolar, ödenebilir hesaplar 69 dolar oluşmuş harcamalar ise 2110 dolardır.
9. Şirketin şöyle bir politikası var. Ay sonu nakit dengesini 30 dolara eşit tutmak ya da gelecek ayın net azalmalarına eşitliyor ve bunlardan hangisi daha büyük ise ona eşitliyor.
10. Bütün ödünç alma işlemleri bütün faiz ve diğer ödemeleri her ayın başında yer alır.
11. Geçen yılın son çeyreğinde şirket 200 dolarlık satış yapmıştır.

²⁵ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 529.

Fon Kaynakları

Tahmin edilen nakit giderler için Fancycraft'ın üç tane kısa eğilimli finans giderleri vardır. 1) Kredi hattı 2) Ticari kağıtlar (hisse senedi ve tahviller) 3) Taksit finansmanı.

Kredi Hattı: Mevcut kredi hattı ayarlamasına göre şirket yıllık %6 faiz oranıyla maksimum 140 dolarlık kredi alabilir. Analizin basitleştirilmesi için her ayın başında ödünç alınan paranın gelecek ayın başında faiziyle beraber ödeneceği varsayılmıştır. Sonuç olarak, şirketin normal nakit dengesi bankanın tazminat denge koşulları açısından yeterli bulunmaktadır.²⁶

Ticari Kağıtlar: Şirket 90 günlük yıllık %5 faiz oranı ile tahvil çıkararak maksimum 120 dolar para ödünç alabilir. Faiz ödemelerinin şirket pratiğindeki gibi para ödünç alındığında değilde aylık olarak yapıldığını varsayıyoruz. 90 günlük vadeden ötürü her ayın başında ödünç alınan para izleyen üçüncü ayın başına kadar geri ödenemez. Her ayın fon fazlaları o ayın başında yıllık %44.4 faiz oranı ile hükümet tahvillerine yatırmakta.

Taksit Finansmanı: Nakit bütçesi gösteriyor ki şirket ocak ayında 100 dolarlık bir plaka almayı planlamaktadır. Bu plakanın üreticisi altı aylık bir taksit kredisi buda plakanın fiyatına eşitlenecek şekilde vermeyi uygun görmüş. Eğer Fancycraft bu iki kadar doları ödünç almaya karar verirse ($z \leq 100$), kredi anlaşması buna göre 6 tane $z/6$ (1.0126) dolarlık aylık ödeme yapması gerekecektir. Şubat birden başlamak üzere Fancycraft'ın hazıranda alacağı ikinci plaka alımı içinde benzer bir finans ayarlaması mevcuttur. Bu üç fon kaynağı verili olmak üzere hangi finans modeli gelecek on iki aydaki toplam faiz giderlerini minimize edecektir. Bu Fancycraft yönetiminin kısa dönem finansla ilgili vermek zorunda olduğu kararlarıdır.

4.7. OPTİMAL KISA DÖNEM FİNANSMANINA BİR LİNEER PROGRAMLAMA İLE YAKLAŞIMI

Bu bölümde yukarıdaki kısa dönem finans kararını Robichek, Teichroew ve Jones'un hazırladığı bir doğrusal programıyla çözmeye çalışalım. Sembollerin tanımlanması ile başlayacağız. Problemdeki sınırlamalar ve koşulları tartışacağız ve firmanın minimize etmeye çalıştığı objektif fonksiyonu inceleyeceğiz.

²⁶ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 531.

Sembollerin Tanımı

x_i = i periyodunun başlangıcında kredi ile elde edilen finansman miktarı ($i=1,2,\dots,12$)

y_i = i periyodunun başlangıcında satılan ticari kağıt ($i=1,2,\dots,12$)

z_1 = 1 periyodunun başlangıcında elde edilen malın finans taksitlerin miktarı

z_2 = 6 periyodunun başlangıcında elde edilen malın finans taksitlerin miktarı

s_j = j koşuluna bağlı olan değişken

c_i = i periyodundaki birikmiş nakit gereksinimi

Q_{k_i} = i döneminde k 'ya bağlı olarak toplam borç fazlası (birikmiş faiz hariç olmak üzere), k değiştikçe q farklı anlam taşıyor. $k=1$ ise kredi hattını, $k=2$ ticari kağıtları, $k=3$ ocaktaki taksit finansmanı, $k=4$ hazirandaki taksit finansmanı

I_{k_i} = Birinci dönemden i .ci döneme kadar k kaynağından alınan birikmiş faiz ödemeleri ($k=1,2,3,4$) yukarıdaki anlamlarına sahiptir

I_{5_i} = Hümüket tahvillerinden artık fonlardan birikmiş faiz gelirleri (birinci periyoddan i .ci periyoda kadar)²⁷

Problemin Sınırlamaları

Kredi Hattının Sınırlamaları: Kredi hattı ayarlamasına göre bir defada ödünç alınan para miktarı 140 doları geçemez. Bu, sembolik olarak, şöyle ifade edilebilir:

$$Q_{1i} \leq 140 \text{ dolar } (i=1,2,\dots,12) \quad (4.33)$$

Analizin kolaylığı şirketin banka kredilerine krediyi izleyen ayın başında geri ödediğini varsayacağız. Eğer fonlara hala ihtiyaç varsa, eskisi ödendikten sonra derhal yeni bir kredi alınmaktadır. Bu demektir ki toplam banka kredisindeki belli bir açık dönemdeki o dönemin başında alınan krediye eşittir. Bundan dolayı, alternatif olarak 4.33 şöyle yazılabilir:

$$x_i + s_i = 140 \text{ dolar } (i=1,2,\dots,12) \quad (4.33)$$

²⁷ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 533.

Burada her bir s_i değişkeni fazladan bir değişkendir. Bu değişkenin görevi eşitsizliği eşitliğe çevirmektir. Oniki ayın her biri için yazılan bu 12 eşitlik banka kredilerindeki maksimum sınırı ifade eder.

Ticari Kağıtlar İle İlgili Sınırlamalar: Ticari kağıtların verilen bir dönemde toplam miktarlarındaki açık 120 doları geçemez. Bunu şöyle sembolize edebiliriz:

$$Q_{2i} \leq 120 \text{ dolar } (i=1,2,\dots,12) \quad (4.35)$$

Bu şirketin çıkardığı ticari kağıtların hepsinin vadesi 90 gün olduğu için i dönemindeki ($i \geq 3$) açığı oluşturan ticari kağıtların toplam miktarı $i-2$, $i-1$ ve i dönemlerinde çıkarılan ticari kağıtlardan oluşur. Dolayısıyla, 4.35'i şöyle yazabiliriz.²⁸

$$y_i + y_{i-1} + y_{i-2} + s_{i+10} = 120 \text{ dolar } (i=3,4,\dots,12) \quad (4.36)$$

s_{i+10} bu birbirini izleyen değişkenlerde fazlalık bir değişkendir. $y_1+y_2+y_3 \leq 120$ ifadesine göre y_1 ve y_2 'nin her ikisinde 120 dolardan azdır. Dolayısıyla, 4.36 koşulu bir ikinci dönemlerdeki ticari kağıtları 120 dolardan daha az bir miktara sınırlar. Bu on ay için yazılan 10 tane eşitlik ticari kağıtların satışının maksimum limitini ifade eder.

Taksit Finansındaki Koşul: Taksit kredisi plaka fiyatını geçemeyeceğine göre her bir taksit finansmanının miktarını 100 dolar ile sınırlandırır.

$$\begin{aligned} z_1 &\leq 100 \\ z_2 &\leq 100 \end{aligned} \quad (4.37)$$

veya, aynı şekilde

$$\begin{aligned} z_1 + s_{23} &\leq 100 \\ z_2 + s_{24} &\leq 100 \end{aligned} \quad (4.38)$$

izleyen eşitliklerde s_{23} ve s_{24} artık değişkenlerdir. 4.38'deki daha az sayıdaki eşitlikler bu ikisinin yıl içinde taksit finansmanı alınabilecek tek iki durum olduğu gerçeğini yansıtır.

²⁸ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 534.

Nakit Bütçesi Sınırları: Hatırlayacağımız gibi toplam nakit ihtiyacı tablo 4.2'nin onbirinci satırda gösterilen ödünç alınan fonların toplam nakit faiz ödemeleri ve fazla fonlardan gelen faiz gelirleri dikkate alınmadan hesaplanmıştır. Faiz ödemeleri ve gelirleri dahil edilirse nakit bütçe sınırlaması herhangi bir ayda tüm kaynaklardan alınan borçların (borç fazlası) birikmiş nakit ihtiyacına eşit veya ondan büyük olmak durumundadır. Artı toplam faiz ödemeleri her tür ödünç paraya yapılan toplam faiz ödemeleri, eksi toplam faiz gelirleri olarak bulunur.

Bu koşul sembolik olarak şöyle ifade edilebilir.

$$Q_{1i} + Q_{2i} + Q_{3i} + Q_{4i} \geq C_i + I_{1i} + I_{2i} + I_{3i} + I_{4i} - I_{5i} \quad (i=1,2,\dots,12) \quad (4.39)$$

veya, aynı şekilde

$$\sum_{k=1}^4 Q_{ki} - s_{24+i} = C_i + \sum_{k=1}^4 I_{ki} - I_{5i} \quad (i=1,2,\dots,12) \quad (4.40)$$

Bu eşitliklerde s_{24+i} ($i=1,2,\dots,12$) artık değişkenlerdir. Şimdi bu koşulu x_i , y_i ve z_i benzeri kümülatif olmayan değişkenler cinsinden ifade edelim. Belli bir dönemde toplam banka kredisi açığı o dönemin başında alınan gerçek kredi miktarına eşittir. Dolayısıyla bu ifade²⁹

$$Q_{1i} = x_i \quad (i=1,2,\dots,12) \quad (4.41)$$

Ayrıca ticari kağıtların sabit vadelerinden ötürü, herhangi bir dönemdeki toplam ticari kağıt miktarı şu ifade ile gösterilir.

$$\begin{aligned} Q_{2i} &= y_1 & i=1 \\ &= y_1 + y_2 & i=2 \\ &= y_i + y_{i-1} + y_{i-2} & i \geq 3 \end{aligned} \quad (4.42)$$

²⁹ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 535.

Sonuç olarak, taksit sözleşmesi borcun altı aylık eşit bir şekilde ödeme yapılmasını öngördüğü için herhangi bir ayda taksit kredisi açığı şu ifadede gösterildiği gibidir.

$$\begin{aligned} Q_{3i} &= z_1 - \frac{z_1}{6} (i-1) & i \leq 6 \\ &= 0 & i > 6 \end{aligned} \quad (4.43)$$

$$\begin{aligned} Q_{4i} &= z_2 - \frac{z_2}{6} (i-6) & i \geq 6 \\ &= 0 & i < 6 \end{aligned} \quad (4.44)$$

Bütün terimler yukarıda tanımlandığı gibidir.

Kümülatif faiz ödemelerinin ifade edilmesinde işletmenin faizlerini her ayın başında ilk günü geçen ayın borç açığına göre ödediğini hatırlayalım. Buna göre herhangi bir aydaki birikmiş banka kredilerine yapılan faiz ödemeleri yani i aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\begin{aligned} I_{1i} &= 0 & i=1 \\ &= \sum_{j=1}^{i-1} x_j (0.005) & i>1 \end{aligned} \quad (4.45)$$

Buradaki 0.005 banka ödemelerindeki aylık faiz oranlarıdır.³⁰

Ticari kağıtlara birikmiş faiz ödemeleri de hesaplanabilir. Genelde ticari kağıtların vadesi 90 gün olarak sabitleştirildiğinden firma herhangi bir ayda önceki üç ay içerisinde çıkarılan ticari kağıtların faizini öder. Ancak geçen aralık sonunda şirketin ticari kağıt borcu olmadığı için şubata kadar faiz ödemez. Ayrıca şubatda ödenen faiz ödemeleri yalnızca ocakta çıkarılan kağıtlar ile sınırlıdır ve marttaki ödemeler ocak ve şubatla sınırlıdır. Bu şartlar yıllık %5 faiz oranı ile birlikte ticari kağıtlara faiz ödemesinin hesaplanmasında aşağıdaki formülü çıkarır.

$$\begin{aligned} I_{2i} &= 0 & i=1 \\ &= 0.0042y_1 & i=2 \\ &= 0.0084y_1 + 0.0042y_2 & i=3 \end{aligned} \quad (4.46)$$

³⁰ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 536.

$$= 0.0126 \sum_{j=1}^{i-3} y_j + 0.0084y_{i-2} + 0.0042y_{i-1} \quad i \geq 4$$

Formülün geçerliliğini kontrol etmek için tablo 4.3'e bakılır. Bu tablo ise ticari kağıtlara ödenen faizleri şematik olarak göstermektedir.

Benzer şekilde, taksit finansmanına ödenen faizde şu formüllerle gösterilebilir.

$$\begin{aligned} I_{3i} &= 0 & i=1 \\ &= (0.00243)(i-1)z_1 & 1 < i \leq 6 \\ &= (0.0146)z_1 & i > 6 \end{aligned} \quad (4.47)$$

$$\begin{aligned} I_{4i} &= 0 & i \leq 6 \\ &= (0.00243)(i-6)z_2 & i > 6 \end{aligned} \quad (4.48)$$

Ödünç alınan fonlara faiz ödemeye ek olarak, şirket hükümet tahvillerine yatırdığı artık fonlardan faiz geliri elde eder. 4.40'daki artık değişken s_{24+i} tanım gereği i.ci periyoddaki artık fonlara eşit olduğuna göre $0.0037_{s_{24+i}}$ i+1 dönemdeki faiz gelirleridir.³¹

Ödünç alınan fonlara faiz ödemeye ek olarak, şirket hükümet tahvillerine yatırdığı artık fonlardan faiz geliri elde eder. 4.40'daki artık değişken s_{24+i} tanım gereği i.ci periyoddaki artık fonlara eşit olduğuna göre $0.0037_{s_{24+i}}$ i+1 dönemdeki faiz gelirleridir.

Tablo 4.3 Ticari kağıtlardaki faiz ödemelerinin şematik gösterimi

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan
Faiz	0	.0042y ₁	.0042y ₁	.0042y ₁
Ödemeler	—	—	.0042y ₂	.0042y ₂
	—	—	—	.0042y ₃
	—	—	—	—
Kümülatif				
Miktarlar	0	.0042y ₁	.0084y ₁ + .0042y ₂	.0126y ₁ + .0084y ₂ + .0042y ₃

Birinci dönemden i.ci döneme kadarki birikmiş faiz gelirleri yani C₅'i şu formülle gösterilir.

³¹ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 537.

$$I_{5t} = 0 \quad i=1$$

$$= 0.0037 \sum_{j=1}^{i-1} s_{24+j} \quad i>1 \quad (4.49)$$

Eğer 4.41'den 4.49'a kadarki ifadeler 4.40'da yerine konulursa aşağıdaki ifadelerdeki gibi basitleştirilmiş olur.

$$\begin{aligned}
 & x_1 + y_1 + z_1 - s_{25} = C_1 \\
 & -0.005x_1 + x_2 + 0.9958y_1 + y_2 + 0.8309z_1 \\
 & \quad + 0.0037s_{25} - s_{26} = C_2 \\
 & -0.005x_1 - 0.005x_2 + x_3 + 0.9916y_1 + 0.9958y_2 + y_3 \\
 & \quad + 0.6618z_1 + 0.0037s_{25} + 0.0037s_{26} - s_{27} = C_3 \\
 & -0.005 \sum_{j=1}^{i-1} x_j + x_i - \sum_{j=1}^{i-3} (0.0126)y_j + 0.9916y_{i-2} \\
 & \quad + 0.9958y_{i-1} + y_i + z_1[1 - 0.1691(i-1)] \\
 & \quad + 0.0037 \sum_{j=1}^{i-1} s_{24+j} - s_{24+i} = C_i \quad i=4,5 \\
 & -0.005 \sum_{j=1}^{i-1} x_j + x_i - \sum_{j=1}^{i-3} (0.0126)y_j + 0.9916y_{i-2} \\
 & \quad + 0.9958y_{i-1} + y_i + z_1[1 - 0.15455(i-1)] \\
 & \quad + z_2[1 - 0.1691(i-6)] + 0.0037 \sum_{j=1}^{i-1} s_{24+j} - s_{24+i} = C_i \quad i=6 \text{ için} \\
 & -0.005 \sum_{j=1}^{i-1} x_j + x_i - 0.0126 \sum_{j=1}^{i-3} y_j + 0.9916y_{i-2} \\
 & \quad + 0.9958y_{i-1} + y_i - 0.0146z_1 + z_2[1 - 0.1691(i-6)] \\
 & \quad + 0.0037 \sum_{j=1}^{i-1} s_{24+j} - s_{24+i} = C_i \quad i=7,8,\dots,12 \text{ için}
 \end{aligned}$$

Buradaki C_i 'ler Tablo 4.2'nin 11inci satırında verilen değerlere sahiptir. Planlama dönemindeki 12 ay için verilen bu 12 değişiklik nakit bütçe sınırlamalarını bütünüyle ifade eder.

Amaç Fonksiyonu

Firmanın amacı kısa dönemli fonlarını gelecek 12 ay içinde net faiz maliyetini minimize edecek şekilde finansa etmektir. Banka kardi faizleri, ticari kağıtlara yapılan faiz ödemeleri ve taksit finansmanı sırasıyla şöyle ölçülmektedir, $0.005 \sum_{i=1}^{12} x_i$, $0.0126 \sum_{i=1}^{12} y_i$, $0.0146(z_1 + z_2)$. Buradaki 0.005 banka kredilerinin aylık faiz oranıdır. 0.0126 ticari kağıtların üç aylık faizi, 0.0146 taksit finansmanının altı aylık faizi. Hükümet fonlarına yatırılmış olan fazla fonlardan gelen toplam faiz gelirleri $0.0037 \sum_{i=1}^{12} s_{24+i}$ ile hesaplanır, 0.0037 burada hükümet tahvillerinin aylık faiz oranını gösterir. Bunlara göre firmanın amacı şu ifade de gösterilmiştir.³²

$$\text{minimizasyon } f = 0.005 \sum_{i=1}^{12} x_i + 0.0126 \sum_{i=1}^{12} y_i + 0.0146(z_1 + z_2) - 0.0037 \sum_{i=1}^{12} s_{24+i} \quad (4.51)$$

doğrusal programlama probleminin tümü şimdi şu şekilde ifade edilebilir.

$$\begin{aligned} x_i & \quad (i=1,2,\dots,12) \\ y_i & \quad (i=1,2,\dots,12) \\ z_i & \quad (i=1,2) \\ s_i & \quad (i=1,2,\dots,36) \end{aligned}$$

Maksimum borçlanma sınırlamaları 4.34, 4.36 ve 4.38'deki 24 tane eşitlikten oluşur. Nakit bütçe sınırlamaları 4.50'deki 12 eşitlikten oluşur. Bütün değişkenler üzerinde negatif olmama ve amaç fonksiyonunu minimize etme koşulu var (4.51).

Bu doğrusal programlama problemini daha iyi ifade etmek için 36 tane sınırlayıcı eşitlik ve 62 değişkeni bir tablo halinde 4.4'de ifade edildi. Fakat bu büyüklükteki bir problem ancak hızlı ve modern bilgisayarların yardımı ile çözülebilir.

³² Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 538.

Optimal Çözüm

Bu incelenen simpleks algoritmayı kullanarak, bilgisayar yukarıdaki doğrusal programlama problemini 2 dakikadan az bir sürede çözmüş. Tablo 4.5 finans işlemleri, net faiz harcamaları ve nakit ihtiyaçlarının miktarı üzerine detaylı ve optimal çözümü sunmaktadır. Böylece ocaktaki 150 dolarlık nakit gereksinimi karşılamak için optimal çözüm bankadan 140 dolarlık kredi almak 10 dolarlık da ticari kağıt piyasasından almaktır. Şubat'ta şirket faiz ödemelerinden sonra 151.26 dolarlık bir nakit fazlasına sahip olduğu için optimal çözüm banka kredisindeki 140 doların azaltılması ve hükümet tahvillerinden 11.26 dolar alınmasıdır. Bütün izleyen aylardaki giriş-çıkışlar yani işlemler aynı şekilde yorumlanabilir. Oniki aylık dönem boyunca net faiz ödemelerini toplarsak optimal çözümü gerektirdiği net faiz maliyetinin 4.70 dolar olduğunu buluruz. Optimal çözümün mantığını anlamak için şunları hatırlamalıyız. 1) Banka kredilerinin aylık maliyeti 0.005 dolar ve bir ay içerisinde ödenebiliyor. 2) Ticari kağıtların aylık maliyeti 0.0043 ve üç ay içerisinde geri ödeniyor. Taksit finansmanının aylık maliyeti 0.0048 ve 6 aylık taksitler halinde geri ödeniyor. Yapılan işteki her türlü artık fonlar ayda 0.0037 getiri ile hükümet tahvillerine yatırılıyor. Bu faiz oranları ve geri ödeme koşullarını veri aldığımız zaman şu iki finansman prensibi makul gelmektedir. Birincisi işletme nakit ihtiyacını gidermek için ticari bankalara güvenmelidir ki bu ancak 1 aylık ihtiyacını karşılar. Üç veya daha fazla ay nakit ihtiyaçlarını karşılamada ise, ticari kağıt veya/ve taksit finansmanından yararlanmalıdır. İkincisi hükümet tahvillerinin görece düşük getirisinden ötürü firma genellikle herhangi bir borç almadan önce elindeki hükümet tahvillerini satmalıdır.³³

Tablo 4.5'in dikkatli incelenmesi gösterecek ki bu iki finansman prensibi optimal çözüm içinde kapsanırlar. Örneğin ocak ayındaki 150 dolarlık nakit ihtiyacı izleyen iki ayda 152 ve 72 dolarlık nakit fazlalıkları ile izlendiği için optimal çözüme göre şirket maksimum 140 dolar ticari bankadan yalnızca 10 doları ticari kağıtlardan ödünç almalıdır ve taksit finansmanı kullanmamalıdır. Bu işlemler yukarıda belirtilen iki ilkenin birincisi ile tutarlılık içindedir. Nisan ayında işletme 29.73 dolarlık bir nakit açığı ile karşı karşıyadır. (Faiz geliri hesaba katıldıktan sonra) işletme hükümet tahvillerinde 84.26 dolara sahip olduğu için optimal çözüm hükümet tahvillerinden 29.73 dolarlık açığı kapatacak kadarının satılmasını ve ticari kağıt miktarının 10 dolar azaltılmasını gerektirir. Bu işlemler yukarıda ifade edilen ilkelerin ikincisi ile tutarlıdır.

³³ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 539.

Ancak optimal çözüm ikinci ilke açısından, (firma elindeki hükümet tahvillerini tüketmeden önce borç aldığı zaman) iki durumda istisnalar içerir. Çözüm işletmenin hükümet tahvilleri hesabında 13.60 dolarlık son hesap durumuna sahip olduğu zaman yani haziran ayında 34.28 dolarlık taksit finansmanı gerektirir. Bunu şu gerçeğe açıklayabiliriz. Eğer hazirandaki taksit finansmanı 34.28 doların altına düşmesine izin verilirse ekimde birikmiş nakit ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli fon olmayacaktır. İşletme elindeki hükümet tahvillerini 5.39 dolar arttırdığında temmuz ayında optimal çözüm yine 61.13 dolarlık ticari kağıt finansmanını gerektirir.

Bu durum gelecek başlıkta açıklanacak. Bu bölümde kesin (implicit) fiatlar ve bunların marjinal analiz açısından anlamlarını açıklayacağız. Son olarak Fancycraft aralık sonunda 204.73 dolarlık toplam borca sahiptir. Bu sayıdan 3.71 dolarlık ve hala hazırda ödenmiş olan net faiz masrafını çıkarmış olursak aralık sonu için yuvarlak rakamla 201 dolar karşılanması gereken birikmiş nakit ihtiyacını buluruz.³⁴

Yüklenmiş Değer ve Marjinal Analiz

Simpleks algoritması optimal çözüme ek olarak bilgisayar çıktılarında doğrusal programlama probleminin tüm değişkenleri için bu yüklenmiş (imputed) değerlerde verir. Bu imputed değerler değişkenlerdeki marjinal değişimin şirketin net faiz maliyeti üstündeki etkisini gösterir. Spesifik imputed değerleri incelemeye başlamadan önce imputed değerleri hakkındaki bilgimizi gözden geçirelim. Çünkü doğrusal programlama problemlerinde genellikle bunlarla karşılaşırız. Bir doğrusal programlama probleminin toplam n tane değişkeni ve m tane koşullu eşitliği olduğunu varsayalım ve $n > m$ olsun. Eğer problemde bir dejenerasyon yoksa optimal çözümde tam olarak m tane sifıra eşit olmayan değer bulmayı bekleriz. Bu sifıra eşit olmayan değişkenler temel değişken olarak bilinir ve negatif olmama koşuluna görede pozitif olmak zorundadırlar. Geriye kalan $n - m$ değişkenler temel olmayan değişkenler olarak bilinir ve hepsinin sifıra eşit olması gerekir. Ancak temel ve temel olmayan değişkenler ayrımı karar ve artık değişkenler arasındaki ayrım ile karıştırılmamalıdır. Optimal çözümde karar ve artık değişkenler temel veya temel olmayan değişkenler olabilirler. Dolayısıyla optimal çözümdeki değişkenler şu dört sınıftan bir tanesine düşer:

- i) Temel karar değişkenleri,
- ii) Temel olmayan karar değişkenleri,
- iii) Temel artık değişkenler,
- iv) Temel olmayan artık değişkenler.

³⁴ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 542.

Ayrıca optimal çözüm, amaç fonksiyonu için elde edilebilecek en iyi değeri ürettiğinden tüm temel değişkenlerin imputed değerleri sıfır olmak zorundadır. Burada sıfır değeri doğrusal programın sonuçlarını temel değişkendeki marjinal ayarlamalar ile iyileştirilemeyeceği anlamına gelir. Aynı şekilde doğrusal programın sonuçları temel olmayan değişkenlerin pozitif olması durumunda ters yönde etkileneceğinden temel olmayan değişkenlerin imputed değerleri pozitif olmak zorundadır. Burada pozitif bir değer, sözü edilen temel olmayan değişkenin değerindeki marjinal ayarlamalardan kaynaklanan maliyet veya kâr azalmasını ölçer.³⁵

³⁵ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 543.

Tablo 4.4 Dolar cinsinden karar değişkenleri ve bunların değerleri

Değişken	Açıklama	Optimal Değer	Imputed Değer
x ₁	Ocak'taki banka kredisi	140.00	0
x ₂	Şubat'taki banka kredisi	0	0.0013
x ₃	Mart'taki banka kredisi	0	0.0013
x ₄	Nisan'taki banka kredisi	0	0.0013
x ₅	Mayıs'taki banka kredisi	0	0.0013
x ₆	Haziran'daki banka kredisi	0	0.0013
x ₇	Temmuz'daki banka kredisi	0	0.0013
x ₈	Ağustos'daki banka kredisi	0	0.0011
x ₉	Eylül'deki banka kredisi	106.78	0
x ₁₀	Ekim'deki banka kredisi	140.00	0
x ₁₁	Kasım'daki banka kredisi	85.00	0
x ₁₂	Aralık'taki banka kredisi	140.00	0
y ₁	Ocak'taki ticari kağıt satışları	10.00	0
y ₂	Şubat'taki ticari kağıt satışları	0	0.0015
y ₃	Mart'taki ticari kağıt satışları	0	0.0015
y ₄	Nisan'taki ticari kağıt satışları	0	0.0015
y ₅	Mayıs'taki ticari kağıt satışları	0	0.0015
y ₆	Haziran'daki ticari kağıt satışları	0	0.0013
y ₇	Temmuz'daki ticari kağıt satışları	61.13	0
y ₈	Ağustos'daki ticari kağıt satışları	*	0
y ₉	Eylül'deki ticari kağıt satışları	55.27	0
y ₁₀	Ekim'deki ticari kağıt satışları	64.73	0
y ₁₁	Kasım'daki ticari kağıt satışları	0	0.0037
y ₁₁	Aralık'taki ticari kağıt satışları	0	0.0076
z ₁	Ocak'taki taksit finansmanı	0	0.0001
z ₂	Haziran'daki taksit finansmanı	34.28	0

* Çok küçük sıfırdan farklı değer.

Mevcut problemin 62 tane değişkeni vardır. Otuzaltı eşitlik ile sınırlanmıştır. Optimal çözümün 36 temel değişkeninden 20'si karar değişkeni 16'sı artık değişkenlerdir. Problemin toplam 26 karar değişkeni olduğu için 20 tanesinin temel olmasının anlamı 6 tanesinin temel olmaması demektir. Tablo 4.4 bütün karar değişkenlerinin optimal değerlerini ve imputed değerlerini göstermektedir.

Tablo 4.4'teki imputed değerlerin analizinden bir çok şey öğrenilebilir. Sıfır olan bir imputed değerinin anlamı açık olduğundan biz pozitif değerler olan imputed değerler üzerinde yoğunlaşacağız. Örneğin 0.0013 imputed değerini ele alalım. Bu değer x_2 , x_3 , ..., x_7 değer için geçerli. Söz konusu 6 ayın her birinde Fancycraft'ın hükümet tahvillerine yatıracak yeterli fonları vardır. Dolayısıyla bu aylar boyunca yapılacak fazladan bir banka borçlanması sadece firmanın hükümet tahvilleri fonunu şişirecektir. Hükümet tahvilleri ayda 0.0037 gelir getirdiğine ve banka kredilerini ayda 0.005'e mal olduğuna göre banka kredisindeki 1 dolarlık artış aylık net finansman maliyetini 0.0013 arttırır.³⁶

Fakat, eğer banka borçlarının marjinal değeri şubattan temmuza kadar 0.0013'e eşit ise bu değer ağustosta neden 0.0011'e düşmektedir. Bu soruyu cevaplamak için orjinal doğrusal programlama problemini $x_8=1$ dolar koşulunu ekleyerek yeniden çözeriz. Tablo 4.5 bu eklenmiş koşulla beraber doğrusal programlama probleminin optimal çözümü olarak sunmaktadır. Firma temmuzdan sonra elinde hiç hükümet tahvili bulundurmadiğı için ağustos ayında banka kredisindeki artışın maliyet etkisi artık banka kredisine ödenen faiz oranı ve hükümet tahvilinden elde edilen gelir arasındaki fark ile ölçülemez. Haziran ayında taksit finansmanı 34.28 doların altına düşerse ekim ayında birikmiş nakit ihtiyacını karşılayacak fon bulunamayacağını hatırlayalım. Dolayısıyla ağustos ayında 1 dolarlık fazladan banka kredisi yalnızca ağustos ayındaki ticari kağıt miktarını azaltmak için kullanılır. Gerçekten de Tablo 4.5'teki çözüm firmayı ağustosta olduğu gibi temmuz ve eylülde de ticari kağıtlarını 1 dolar azaltmaya götürür. Temmuz ve ağustostaki ticari kağıt azaltımı temmuzdaki hükümet tahvili satışı ve eylüldeki banka kredisi arttırımıyla giderilmelidir. Geri kalan karar değişkenlerinin imputed değerleri benzer şekilde açıklanabilir.

³⁶ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 546.

Tablo 4.5 Dolar cinsinden ek koşulla maliyetin optimalitesi

Ay	Banka Borçları	Ticari Kağıtların Satışı	Taksit Finansmanı	Hükümet Tahvillerinin Elde Tutulması
Ocak	140.00	10.00	0	0
Şubat	0	0	0	11.26
Mart	0	0	0	84.26
Nisan	0	0	0	44.53
Mayıs	0	0	0	170.69
Haziran	0	0	34.28	13.60
Temmuz	0	60.13	0	17.98
Ağustos	1.00	0	0	0
Eylül	107.78	55.27	0	0
Ekim	140.00	64.73	0	0
Kasım	85.00	0	0	0
Aralık	140.00	0	0	0

* Ek koşul: $x_8=1$.

V. İŞLETME SERMAYESİ KARARLARINA SİMÜLASYON İLE YAKLAŞIMI

IV cü bölümde görmüş olduğumuz doğrusal programlama modelinin altında yatan temel varsayım belirsizliğin olmayışı idi. Fancycraft satışların, koleksiyonların, imalat maliyetlerinin, yönetim masraflarının kâr hisselerinin giderleri ve vergilerin bilindiği varsayılarak ve buradan belirlilik şartları altında firmanın gelecekteki net nakit gereksinimi tahmin edilebilmekteydi. Nakit bütçenin belirlilik şartları altında bilinmesinden dolayı firma net faiz harcamalarını minimize edecek finansal modeli bulmak için doğrusal programlamayı kullanabilirdi.¹

Bu belirlilik varsayımı, analizi basitleştirmek amacıyla yapılmıştır. Bununla beraber gerçekte iş dünyası (ticari operasyonlar) değişme ve belirsizlikle karakterize edilmektedir. Nakit bütçede görülen dönemlerin çoğunun sabit olmadığı gibi değişkenlerde tesadüfi dalgalanmalara bağlıdır. Verilen herhangi bir dönem boyunca finansman gereksinimi ilk nakit denge ve cari nakit akışınca ortaklaşa belirlenir. İlk nakit denge, geçmiş nakit akışının kümülatif sonucu olarak görülebilir. Bu nedenle geleceğin finansman ihtiyacının herhangi bir anlamlı tahmini sadece her bir nakit akışının olasılıklı dağılımını gerektirmeyip, aynı zamanda nakit akışlarının hepsinin olasılıklı dağılımının katılımlarını gerektirir. Finansman gereksinimi tesadüfi değildir, zamanla ilişkilidir, bu da optimal finansal modelinin aranmasını önemli derecede zorlaştırmıştır. Firma belirsizlik şartları altında finansman kararlarının hepsini aynı zamanda yapmaktan ziyade sırasıyla yapmalıdır. İşlemin ard arda gelen doğası, finansal sorunların analitik çözümünde dinamik programlamayı önermektedir.

Bununla beraber bilgisayar ile simülasyona uygun alternatif metodları kullanabiliriz. Bu yeni metodu burada uygulama olasıdır. O sadece çözümü basitleştirmez, aynı zamanda finansal yönetimin oluşturulmasında bunların çok yönlülükleri arasındaki tekniği bize tanıtır.

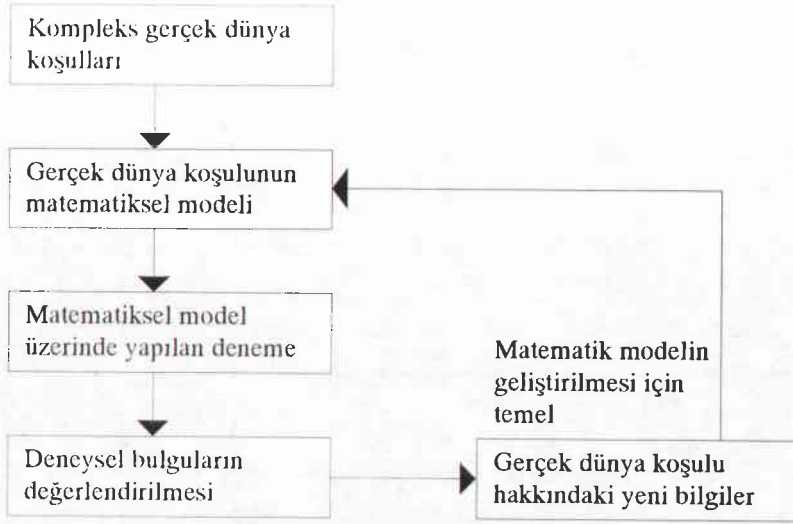
¹ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 553.

5.1. BİLGİSAYAR İLE SİMÜLASYONUN TEMELLERİ

5.1.1. Simülasyon Çalışmalarının Doğası

Bu konu içersinde, simülasyon, gerçek karar alma durumlarını temsil eden matematiksel modellerin oluşturulmasında ortaya çıkacak, alternatif hareketlerin durumlarının değerlendirilmesi yöntemi olarak tanımlanabilir. Bu tanımda iki elemente özel bir vurgu gerekir. İlki, her simülasyon çalışması gerçek durumu amaca uygun bir şekilde yeniden üretecek matematiksel modellerin inşa edilmesi ile başlar ve buradan araştırılan değişkenlerin arasındaki fonksiyonel ilişkileri ortaya çıkarır.²

İkincisi, "matematiksel modelin icra edilmesindeki faaliyeti" ifadesi matematiksel modelin herhangi bir modelin herhangi bir simülasyon çalışmasında nasıl kullanılacağını tanımlar. Bu model istatistiksel faaliyetin bir aracı olarak hizmet eder ve matematiksel modeldeki optimizasyon çalışmaları deneySELLikten analitik çözümü tercih etmesinden dolayı bu prosedür optimizasyondan simülasyonu ayırır.



Şekil 5.1 Bir simülasyon çalışmasında yönetim ve planlama

Böylece dördüncü bölümdeki doğrusal programlama modeli optimal kısa dönem finansman modelini üretebilmek için analitik bir şekilde çözülmüştür. Matematiksel modellerimizin hepsinden kolayca analitik çözümler çıkarırsak ideal olacaktır. Maalesef bu bazen mümkün değildir. Problemin kompleks olmasından dolayı analitik çözümü

² Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 556.

yoktur yada analitik çözümün çıkarılması çok maliyetlidir. Bu her iki durumda, matematiksel modeller bilgisayar simülasyonunun tarihi olarak hala yararlı olabilir.

Simülasyon çalışmalarında matematiksel modeller deneylerin temeli olarak görev yapar. Bu nedenle onlar aralarındaki iç ilişkileri ve olasılıklı dağılımları gibi problemleri yaratan özgül bireysel elementlerle imal edilirler.³

Input data, spesifik olasılık dağılımlarına göre ortaya çıkarılır. Input datalar model içine getirildiğinde gerçek şartlar altında meydana gelen sonuçlar bulunur. Her bir alternatif politika için deneylerin bir çok defa tekrarlanması ve sonuçların karşılaştırılması, birine en iyi simülasyon sonuçlarını üretecek politikayı seçmesini mümkün kılar. İstatistiksel hatalar uzun dönemde ortalama eğiliminde olmaları nedeniyle en iyi simülasyon sonuçlarını gerçekleştirecek olan politika gerçekte pratikte en iyi politika olabilir.

5.1.2. Simülasyonun Üç Adımı

Simülasyon karar alma için değerli bir araçtır. Bu nedenle çalışmaların yönetilmesini ve planlanmasını sağlayacak ayrıntılı adımları tanımlamalıyız. Dimitris N. Chorafas Şekil 5.2'de küçük bir ilave ile yeniden yaptığı grafik formda böylesi bir çıktı ortaya çıkarmıştır. Üç ayrı adım bu grafik çıktısında açıkça belirtilmiştir.

- 1) Matematiksel modelin yaratılması,
- 2) Matematiksel modelin yaratılmasında yapılan deneyler ve
- 3) Deneysel bulguların değerlendirilmesi

karar alma aracı olarak simülasyonu kullanan finansman yöneticilerin karşılaşılabileceği çeşitli sorunlar üzerinde spesifik vurgular yapılarak bu adımların herbirini açıklayabiliriz.

5.1.3. Matematiksel Modelin İnşası

Herhangi bir simülasyon çalışmasındaki çok önemli kritik adım, kolay deneye izin verecek kadar yeterince basit olması ve iş durumlarını içeren verileri elde edecek kadar yeterince donatılmış, matematiksel modelin inşaa edilmesidir. Açıktır ki, böylesi bir model, eğer analist simülasyon deneyimi boyunca öğrenmek istediği şeyi tam olarak biliyorsa, yaratılabilir. Bu nedenle modelin yapımından önce gerekli olan, spesifik amacın açıkça tanımlanmasıdır.

³ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 557.

Simülasyon deneyinin amacı tanımlandığı zaman, analist deneyle direkt ilişkiye sahip olan gerçek iş durumlarını ortaya çıkaracak değişkenleri seçebilir. Örneğin simülasyonun amacı iki rakip yatırım projesinin bugünkü net değerini karşılaştırmak ise, böylesi bir çalışmada anahtar değişken satış gelirleri, satış maliyetleri, vergi oranları ve sermayenin maliyetinin içerilmesi olacaktır. Öte yandan amaç, optimal nakit dengesini belirlemek ise dikkate alınacak temel faktör nakit girişi, nakit çıkışı, elde nakit tutmanın fırsat maliyeti, nakit yetersizliği maliyeti ve nakit yetersizliği riskine karşı yönetimin bazı önlemler almasıdır. Böylece anahtar değişkenlerin listesi simülasyonun niyetlendiği amaca direkt olarak bağlıdır.

Değişken listesi ortaya konduktan sonra, bir ilişki sisteme doğrudan yerleştirilir. Sistemde ilişkilerin bazıları ampirik olarak değerlendirilecek ekonomik ilişkiler olacaktır. Sistemdeki diğer ilişkiler belirli bir şekilde hesaplanır. İlişkinin ilk çeşit örneği, satış hacmi, iskonto ve borçlanma miktarıdır. İlişkinin ikinci çeşit örneği şu şekilde hesaplanabilir.⁴

$$\text{Dönem sonu mal} = \text{başlangıçtaki mal} + \text{satin alınan} - \text{çekilen}$$

şeklinde ifade edilmelidir ki simülasyon çalışmaları alternatif faaliyetlerin değerlendirilmesi amacıyla yapıldığında analist, modelini kolayca ayırtedilebilir, kontrol edilebilir ve kontrol edilemez değişkenler yönünde inşa edebilir. Simülasyonun kendisi önceden görülmeyen ek alternatifler olarak yaratılmadığından, son öneri hepsini çok önemli yapmaktadır.

Gerçek dünya belirsizliklerle karakterize edilmesinden dolayı simülasyon çalışmasındaki değişkenler bazen sabit değil tesadüfi değişken olarak görülmektedir. Bununla beraber modelin basitliğini korumak için karar işlemindeki kritik olarak verilen bu değişkenler tesadüfi yapılabilir. Genelde, modelin inşasındaki gerçek çok uzağa taşınamayabilir. Modelde gerçek dışı varsayımlar sadece inşa edilmeyi zorlaştırmayacak aynı zamanda modelin inşasında gerekli olan kaynakları ve zamana bağlı olarak daha maliyetli hale getirecektir. Dahada ötesi, simülasyon modelindeki gereksiz ayrıntılar yönetici ilgisini önemli olgulardan ayırma eğiliminde olacaktır. Böylece Frederick S. Hillier ve Gerald J. Lieberman sözleriyle aşırı gerçekçi varsayımlar modeli dolanbağılı ayrıntılar ve önemsiz olgular içinde kolayca dejenere edecektir. Bu nedenle programlama ve bilgisayar zamanının büyük miktarı, küçük miktardaki bilgilerin elde edilmesini gerektirir. Dahada fazla olarak sistemin merkezini gereksiz tekrarlanmalardan kaçınılamaması elde edilen bu sonuçların anlamlılığını ortadan kaldıracaktır. Kısaca iyi

⁴ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 558.

bir modelin testi gerçeği yeniden üretecek yetenekte olmayıp, minimum ayrıntılar ile gerçeğin aslını elde edebilme yeteneğindedir.

İstatistiksel deneyim olarak simülasyon gerçek verilerle matematiksel model üzerinde deneysel çalışmalardan önce, analiste modelin iç istikrarının çabukça yapılması önerilecektir. Böylece iş dünyasından gelen gerçek veriler uygulandığı zaman sistemin pürüzsüzce işlemlerini mümkün kılacaktır. Böylesi bir test dataları hesap makinesine çok uygun bir şekilde taşınabilir. Modelin çeşitli parçaları vasıtasıyla bu dataların takip edilmesi uygulamacıya dataların doğru bir şekilde işlendiğini garanti eder. Model uygunca işlenirse çok geniş bir ölçekte gerçek datalar ile deney hazırdır.

Tesadüfi değişkenleri içeren simülasyon modelin uygulanması bu tesadüfi değişkenleri karakterize eden olasılıklı dağılımlardan bulunan tesadüfi gözlemleri gerektirir. Örneğin, nakit firma dengesindeki tesadüfi dalgalanmalarda simülasyonun amacı için matematiksel model dikkate alınır.

Satış hacmi bu tesadüfi dalgalanmaların kaynağı ise simülasyon deneyleri için girdi olarak satışlardaki tesadüfi gözlemlere ihtiyacımız olacaktır. Satışların olasılıklı dağılımının bilindiği varsayımı iki adımdan ibaret olan tesadüfi gözlemlerin ortaya çıkarılması için bir işlemdir. İlki 0 ile 1 aralığında tesadüfi sayıların ard arda ortaya konulması ikincisi bilinen satışların olasılıklı dağılımından tesadüfi satışların karşılığının bulunmasında etkili olacak tesadüfi sayıların ortaya konulması için ya kütüphane masasına yada benzer çeşitli makinelerle sahiptir. Bunlardan biri, bilinen olasılıklı dağılımından tesadüfi gözlemleri çıkarabilmek için tesadüfi sayıların kullanımını nasıl sağlayacaktır? Bu sorun simülasyon işlemini anlamada hayati bir öneme sahiptir. Şimdi tesadüfi satış rakamları setinin elde edilmiş olduğunu varsayabiliriz. Herbir satış rakamları için, matematiksel model dönemi boyunca nakit akışı için temsili rakamlar yaratacaktır. Tesadüfi nakit akışlarının sonuçta ve yönetimde, nakit denge pozisyonundaki satış dalgalanmalarının etkisinin değerlendirilmesini mümkün kılacaktır. Deneyin tesadüfi doğası nedeniyle yönetim tamamen belirli bir dönemin sonunda nakit dengesini tahmin edemeyebilir. Bununla beraber, deney satışların tesadüfi dalgalanmalarının sonucu olan nakit denge pozisyonunun olasılıklı dağılımını gösterecektir.

Deney sonuçlarının değerlendirilmesinde, simülasyon optimal alternatif iç kararlarının değerlendirilmesi için yönetime gerekli önerileri sağlaması nedeniyle yararlı bir analiz aletidir. Böylesi bir değerlendirme her bir politika ile birleştirilmiş optimal önlemlerde derecesi açıkça tanımlanan kriterin varlığını önceden varsaymaktadır. Bu nedenle optimalite yaklaşımı, sonuçları değerlendirecek kriterlerin bir fonksiyonudur.

Böylece verilen deneysel sonuçlar setine uygulanacak olan optimalite ölçüsü için iki alternatif kriter her bir optimal temsili kriterleri içinde iki farklı politikada sonuçlanabilir. Bunu örneklemek için firmanın iki optimal nakit dengesinin belirlenmesi için iki olası kriteri gösterebiliriz. Firmanın nakit pozisyonunda bulunan tesadüfi nakit dalgalanmalarının etkisindeki simülasyon deneyi çalışmaları hesaba katılır. Bu deneyin sonuçları simülasyon dönemi boyunca firmanın nakit akış operasyonunun olasılıklı dağılımını ortaya çıkarır. Doğal olarak birisi, yönetimin, finansal kararlara varmadan bu bilgilerin nasıl kullanılabileceğini merak edebilir.⁵

Bir finansal yöneticinin, planlama süresinin başından optimal nakit dengesini belirlemeye yardım edecek simülasyon bulgularını kullandığını varsayalım. Bir olası stratejisi, dönem boyunca nakit kıtlığı olasılığının α gibi düşük bir değere eşit olduğunu böylesi bir seviyede başlangıç nakit dengesinin alıştırulmasıdır. Bunun her bir dönem başında yükseltilebileceği varsayımı, ki bu başlangıç optimal nakit denge m^* eşitliğinin çözülmesi ile elde edilmesidir.

$$P(x \leq m^*) = 1 - \alpha \quad (5.1)$$

Tesadüfi değişken olarak, α , dönem boyunca firmanın gerçekleştirdiği nakit akışının yerine geçer. Örnek olarak yönetimin α 0.05 olarak koyduğunu varsayalım ve simülasyon deneyinin, x 'in olasılıklı dağılımının 40 dolarlık standart sapma ve 500 dolar ile normal bir durumu gösterdiğini varsayalım.

Bu değerleri Formül 5.1'de yerine koyduğumuzda ve çözdüğümüzde şunu elde ederiz.

$$P\left(\frac{x-500}{40} \leq \frac{m-500}{40}\right) = \Phi\left(\frac{m-500}{40}\right) = 0.95$$

Genel olarak Φ kümülatif standart normal dağılımdır. $\Phi(1.645) = 0.95$ olduğunda m^* 565.80 dolara eşit olmalıdır. Bu nedenle dönem başında 565.80 dolar nakit dengesi devam ederse dönem boyunca nakit kıtlık olasılığının tam olarak 0.05 olacağını yönetim öğrenecektir. Nakit kıtlık olasılığını zorlamak başlangıç optimal nakit dengenin belirlenmesinde kullanılabilecek bir kriter değildir. Alternatif kriter olarak planlama

⁵ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 559.

dönemi boyunca yönetim taşıyan h maliyetinin her bir \$1 nakit fazlaya ve b ceza maliyetinin her bir \$1 nakit kıtlığını tahsis ettiğini varsayalım. Firmanın amacı bu periyod boyunca nakit gereksinimini karşılayacak toplam beklenen maliyetleri (TBM) minimize edecek seviyede firmanın başlangıç nakit dengesini oluşturmaktır. Bu problemin çözümü için, ilk olarak başlangıç nakit dengesi m 'nin dönem boyunca gerçek nakit akışı x 'ten fazla olduğu durumda firma fazla tutulan nakit toplamı maliyetleri $h(m-x)$ maruz kaldığını gözlemleriz. Diğer yandan, gerçek nakit akışı (x) başlangıç nakit dengesinden (m) fazla ise firma az para tutma maliyet toplamına $b(x-m)$ maruz kalır. Buradan, nakit gereksiniminin karşılaştırmasında toplam beklenen maliyet ifade edildiği gibi verilmiştir.⁶

$$TBM = h \int_{-\infty}^m (m-x)f(x)dx + b \int_m^{\infty} (x-m)f(x)dx \quad (5.2)$$

$f(x)$ tesadüfi nakit akışı (x) 'in olasılıklı dağılımıdır ve bütün diğer terimler aşağıda tanımlanmıştır. TBM'yi minimize edecek m değerini bulmak için m 'i temsil eden (5.2) eşitliğinin diferansiyelini alırız.

$$\int_{-\infty}^{m^*} f(x)dx = \frac{b}{h+b} \quad (5.3)$$

Bu optimalite şartıdır. Tanımlama olarak

$$\int_{-\infty}^{m^*} f(x)dx = P(x \leq m^*) = F(m^*)$$

dan dolayı, optimalitenin koşulu aşağıdaki şartı alternatif olarak şöyle yazabilir.

$$F(m^*) = \frac{b}{h+b} \quad (5.4)$$

⁶ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 560.

Bu, optimal başlangıç nakit dengesinin $b/(b+h)$ oranına $P(x \leq m)$ 'yi eşitleyen m değerince verildiği (çıkarıldığı) anlamındadır. Örnek olarak, gözlem alınan dönem boyunca elde fazla para tutmanın maliyeti ile elde az tutulan para cezasının 1 cent ve 8 cent olduğunu varsayalım. Her biri söylendiği sıraya göre tesadüfi nakit akışı x 'in \$40 standart sapma ve \$500 miktarıyla normal olarak dayatıldığını varsayalım. Eşitlik 5.4'de bu değerleri yerine koyup ve çözdüğümüzde aşağıdaki eşitliği elde ederiz.⁷

$$F(m^*) = P\left(\frac{x-500}{40} \leq \frac{m^*-500}{40}\right) = \Phi\left(\frac{m^*-500}{40}\right) = \frac{8}{8+1} = 0.8888$$

$\Phi(1.22) = 0,8888$ olduğundan dolayı, $m^* = \$548.80$ eşit olmalıdır.

Bu nedenle, dönem boyunca firmanın nakit gereksinimini karşılayacak toplam beklenen maliyetleri minimize edecek \$548.80 başlangıç nakit dengesine ihtiyaç olduğunu yönetim öğrenecektir.

Verilen dency sonuçları seti bir optimal politikadan daha fazlasına neden olduğu ve politikaya yönetimce seçilen kriterlere bağlı olacak bir çözüm olarak ulaşılabacağı önceden verilen örneklerle açıkça gösterilmiştir.

5.2. RASTGELE PARAMETRELER İLE RASTGELE GÖZLEMLERİN YARATILMASI

Herhangi bir simülasyon çalışmasının gerçekleştirilmesinde önemli bir adım tesadüfi olarak dizayn edilmiş modeldeki bu değişkenler üzerinde gözlemlerin yaratılmasıdır. Önceden ifade edildiği gibi, bu adım iki aşamada gerçekleştirilir. İlki, tesadüfi sayılar dizisinin oluşturulması, ikincisi bu tesadüfi sayıları rastgele değişkenler üzerindeki gözlemlere dönüştürebilmektir. İki adımın bu tanımlaması soyutlamadan ziyade sesli yaratımı ortaya koyar. Bu nedenle, bu bölümün amacı bu işlemi açıklamak ve basit sayısal örnekler ile onun uygulamasını örnekletmektir.

5.2.1. Ayrı Olasılıklı Dağılım İçin Bir İşlem

Aşağıdaki nakit simülasyon modelindeki satış değişkenlerinin Tablo 5.1'de verilmiş olarak, kümülatif olasılık dağılımına ayrı olarak sahip olduğunu varsayalım. Bu satışların

⁷ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 561.

olasılıklı dağılımından gözlemlerin yaratılması için biri aşağıdaki gibi işleme tabi tutulur. İlk olarak Tablo 5.1'deki olasılıklı yoğunluğundan veriler elde edilerek Tablo 5.2'de görülen satışları temsil eden tesadüfi değişken için işlenecektir. İkincisi 0 ile 1 arasındaki bütün olasılıklı değerleri arasında uygunluk tablosu oluşturulacaktır.

Tablo 5.1 Bir firmanın satışlarının varsayılan kümülatif olasılık dağılımı

Satışlar X	\$630	\$640	\$650	\$660	\$670	\$680	\$690	\$700
$P(X \leq x)$	.10	.35	.65	.90	.95	.97	.99	1.00

Tablo 5.2 Bir firmanın satışlarının varsayılan olasılık yoğunluğu fonksiyonu

Satışlar X	\$630	\$640	\$650	\$660	\$670	\$680	\$690	\$700
$P(X=x)$	.10	.25	.30	.25	.05	.02	.02	.01

Özellikle bunlar farklı satış seviyelerinde meydana gelen olasılıkları yansıtır. Örnekleme için 0 ile 1 arasını 100 parçaya bölelim. Bu 100 sayısının her biri tesadüfi deneyde eşit seçilme şansına sahip olacaktır. Sonra 630 dolarlık satışa 10 sayısını tahsis edelim. (0.01, 0.02, ..., 0.10) gibi, \$640 satışa 25 sayısını tahsis edelim. (0.11, 0.12, ..., 0.35), \$650... ve sonuçta 0 ile 1 arasına 100 sayıyı oturttukten sonra her bir sayının seçilme şansı 1/100 olarak tesadüfi gözlem dizisini ortaya çıkarmış oluruz. Tesadüfi ondalık sayı dizileride yaratılacaktır. Bu bize 0.90, 0.52, 0.83, 0.29, 0.65, 0.38, ... olan olayları söyleyecektir. Sonra Tablo 5.3'e bağlı olarak satışlar üzerindeki uygun gözlemler \$660, \$650, \$660, \$640, \$650, ... olacaktır.⁸

Tablo 5.3 Satışlar ve rastgele değerler arasındaki ilişki

Satışlar X	\$630	\$640	\$650	\$660
Rastgele sayı	.01-.10	.11-.35	.36-.65	.66-.90
Satışlar X	\$670	\$680	\$690	\$700
Rastgele sayı	.91-.95	.96-.97	.98-.99	1

0 ile 1 arasındaki 100 sayıdan 10'u \$630'lık satışlara ayrıldığı için, bu düzeydeki satışların tam olarak 0.1'lik bir olasılıkla gözlenebileceğine, özellikle dikkat etmek gerekmektedir. Benzer şekilde \$640'lık bir satış 0.25 olasılığı ile gözlenecektir. \$630'lık satış 0.30 olasılığı ile gözlenecek ve böyle devam edecektir. Satışlar ve tesadüfi sayılar

⁸ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 562.

arasındaki bu uygunluk Tablo 5.1 ve 5.2'de verilen olasılık dağılımına bağlı olarak satışlar üzerindeki gözlemlerin ortaya çıkarılması için bir işlem sağlayacaktır.

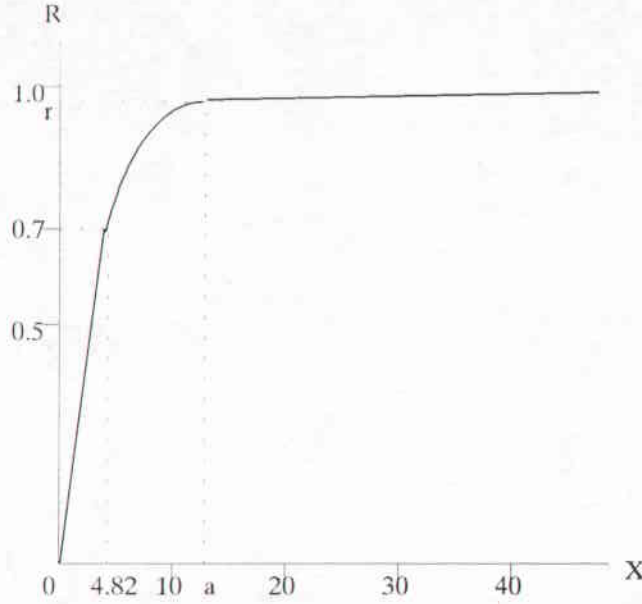
Dağılım işleminde bilinen bazı tesadüfi değişkenlerin her biri temel bağımsız gözlemler dizisine sahip olabilirse dağılımı bilinen herhangi bir diğer tesadüfi değişkenin aynı gözlem dizisini inşaa edebilir. Şimdiki örnekte tesadüfi sayıların temel dizisi ve onlardan elde edilen dizi satışların dizisidir.

5.3. SÜREKLİ OLASILIK DAĞILIMI İŞLEMİ

Rastgele gözlem yapmanın önceki metodu bağımsız olasılık dağılımı olan değişkenlere uygulanabilir. Eğer rastgele değişken sürekli ise herhangi bir verili ondalık sayısına karşılık düşen değişkenin değerini hesaplamak için biraz daha farklı bir işlem gerekmektedir. Bu işlem süreci rastgele değişkenin kümülatif olasılık dağılımına belirlenmesi ile başlar. İkinci adım olarak aynı ölçüde olası rastgele ondalık numaraları sıralamasının bir bilgisayar programı veya bir kütüphane tablosu yapılmasıdır. Son olarak yeni işlemdeki anahtar bir adım ile her bir rastgele ondalık numarası r ye karşılık düşen X rastgele değişkeninin değerinin belirlenmesidir. (r 'yi kümülatif olasılık fonksiyonu $f(x)$ 'e eşitle ve x 'i çöz)⁹

Bu işlemin x 'deki rastgeleliği doğru bir şekilde simüle etmemesi yararlıdır. Bu işlem x 'i doğru bir şekilde gösteremez. Bu nedenle simüle edilen değişkene x rastgele ondalık sayısına r , x 'in simüle edilmiş değerine x' diyelim. Eğer herhangi bir a sayısı için $P(x' \leq a) = P(x \leq a)$ gösterilirse x ve x' 'ün olasılık dağılımlarının aynı olduğunu bileceğiz.

⁹ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision* , ibid., s. 564.



Şekil 5.2 Üssel tesadüfi değişkenlerin kümülatif olasılığı

$P(x \leq a)$ 'yı r ile gösterelim, r R 'nin belli bir değerine eşittir. Şekil 5.2'deki teorik kümülatif olasılık dağılımına göre yukarıdaki işleme uygun olarak hesaplanmış x' sadece $R \leq r$ iken a 'ya eşit veya a 'dan küçüktür. Yani $P(X' \leq a) = P(R \leq r)$. Ancak R 0 ile 1 arasında düzgün dağılan rastgele bir sayı olduğundan $P(R \leq r) = r$ dir. Buradan da $P(x \leq a) = P(x \leq a)$ diye devam edilirse işlem x 'deki rastgeleliği tamamen simüle eder. Bu süreci, bir rastgele değişkeni açık analitik ifadesini bulmakta kullanarak gösterebiliriz. Bunu aşağıdaki üssel dağılımla yapacağız.¹⁰

$$P(X \leq x) = 1 - \frac{1}{e^{ux}} \quad x \geq 0 \text{ için} \quad (5.5)$$

Buradaki $1/u$ olasılıklı dağılımın aracıdır. Rastgele ondalık sayısı için r 'nin verilen bir değerinde x 'e karşılık düşen değer bu eşitliğin çözümü ile elde edilir.

$$P(X \leq x) = 1 - \frac{1}{e^{ux}} = r \quad (5.6)$$

logaritması alınarak ve basitleştirerek şunu buluruz.

¹⁰ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 565.

$$x = -\frac{\log(1-r)}{\mu} \quad (5.7)$$

Bu formül rastgele ondalık sayısı r 'nin bir değerine karşılık düşen X değerini ifade eder. Örnek olarak, X 'in bir 4 aracı ile üssel olarak dağıtıldığını ve rastgele ondalık sayısının 0.7 değerini aldığını varsayalım. Bu değerleri Formül 5.7'de yerine koyarsak X 'in simüle edilmiş değerini Formül 5.8 olduğunu buluruz. ($=1.204 \times 4$), ki bu da Formül 5.2'de gösterilen değerdir.

Analitik ifadeler farklı tipteki olasılık dağılımları olan rastgele değişkenlerin simüle değerlerini hesaplamak içinde bulunmuştur.

5.4. KISA DÖNEMLİ FİNANS KARARLARININ SİMÜLASYONU

Bölüm 4'de doğrusal programlamanın Fancycraft'ın kısa dönemli optimal finansman modelini belirlemede nasıl kullanıldığını anlatmıştık. Fancycraft'ın tamamen belirli koşullarda çalıştığı varsayılmıştı. Bu bölümdeki örnek alternatif kısa dönem finansman stratejilerine firmanın belirsizlik koşullarında çalıştığı varsayımı altında nasıl simülasyon kullanılarak karşılaştırılacağı gösterilecektir. Şimdi Fancycraft örneğini firmanın belirsizlik koşullarında çalışması için uyarlayalım.¹¹

Belirsizlik Kaynakları

Herhangi bir simülasyon modeli kurmanın ilk basamağı rastgele değişkenleri oluşturmaktır. Kısa dönemli finansman kararları modelinde bu değişkenlerin listesi satışlar düzeyi, toplama döneminin uzunluğu, satılmış malların maliyeti, faiz oranları ve benzerini içerir. Ancak mevcut modelde sadece 1 tane rastgele değişken varsayılacaktır, o da satışlar oranıdır. Bu seçim bir çok işletmede satışlardaki düzensizlik temel bir belirsizlik kaynağı olduğu için yapılmıştır. Firmanın satışlarının rastgele olduğu durumda bu değişken için gözlem yapma konusunda hangi kural kullanılmalıdır. Fancycraft için böyle bir kural şu iki gerçeğe dayanmalıdır. İşletmenin satışları mevsimlidir. Birbirini izleyen aylardaki satışlar arasında korelasyon vardır. Bu kural şöyle ifade edilebilir.

$$X_t = \mu_1 + \rho x_{t-1} + \varepsilon \quad (t=1,2,\dots,12) \quad (5.8)$$

¹¹ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 570.

x_t ve x_{t-1} t ve t-1.ci aylardaki satışlardır. p mutlak değeri 1 den küçük olan bir sabittir. $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_{12}$ pozitif ve bağımsız sabitlerdir. ϵ bir m aracı ile normal dağılan ve standart sapması s olan bağımsız tesadüfi değişkendir. P ve μ 'lara uygun değerler verilerek x_t değerlerinin Fancycraft'ın satış kayıtlarının karakteristik mevsimlik modelini göstermesi sağlanabilir. Ayrıca $p > 0$ birbirini izleyen dönemdeki satışlar arasında korelasyon olduğu anlamına gelir. Son olarak P korelasyon katsayısı eşitlikte ϵ 'un varlığı aylık satışlar x_t 'yi rastgele bir değişken yapar.

Bir simülasyon deneyinin amaçları açısından şunları varsayalım. $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\$140$, $\mu_4=\mu_5=\mu_6=\$60$, $\mu_7=\mu_8=\mu_9=\$120$, $\mu_{10}=\mu_{11}=\mu_{12}=\$210$, $p=0.2$, $m=0$ ve $s=\$4$. Yılın başındayız ve gelecek oniki ay için rastgele satışlar sıralaması oluşturmak istiyoruz. Henüz biten aralık satışlarının $\$250$ eşit olduğunu varsayalım. x_1 ile gösterilen ocak satışları¹²

$$x_1 = \$190 + \epsilon \quad (5.9)$$

olmalıdır. Burada $\epsilon \sim N(0,16)$ 'dır. İkinci adım olarak daha önce tanımlanan işlemi kullanarak rastgele değişken ϵ için örneğin $\$2$ gibi bir değer gözleriz. Bu değeri 5.9'da yerine koyarsak ocak ayı satışları için $\$192$ buluruz. Eğer $x_1 = \$192$ ise şubat satışları x_2 'yi şöyle buluruz.

$$x_2 = \$178.4 + \epsilon \quad (5.10)$$

ϵ ise yine $N(0,16)$ 'dır. Formül 5.10 herhangi bir gözlenen ϵ değeri için buna karşılık düşen x_2 değerini hesaplamamızı sağlar. Bu işlemi tekrarlayarak firmanın planlanan ufkundaki herhangi bir ay için rastgele satış gözlemlerinde bulunabiliriz.

Simülasyonun Amacı

Fancycraft'ın karşısındaki problem aynıdır. Firmayı gelecek yıl için net bir nakit açığı beklemektedir ve kendisinin toplam faiz maliyetini minimize edecek bir finansman modeli aramaktadır. Fakat satışların rastgele olması problemin yapısını temelden değiştirmektedir. Belirlilik koşullarında firma herhangi bir dönemdeki nakit akışlarının miktarını ve yönünü tam olarak tahmin edebilir. Planlanan nakit bütçesine göre faiz

¹² Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 571.

giderini minimize edecek bir finansman modelinin belirlenmesi için doğrusal programlama kullanılabilir. Belirsizlik koşullarında firma nakit durumunun ne olacağını önceden bilemez. Herhangi bir dönemdeki nakit ihtiyacı olasılıklı olarak bile belirlenemeyeceği için bir önceki dönemin olayları bitmeden gelecek dönem için tahmin yapılamaz. Finansman bu şekilde sırası olan bir karar haline gelebilir.

Sıradan doğrusal programlama bu tür bir problemi çözmek için uygun bir araç değildir. Ancak problem bilgisayar simülasyonu metodu ile çözülebilir.

Analizi basitleştirmek için firmanın iki kaynaktan birinde sınırsız miktarda finans sağlayabileceğini varsayalım (1). 0.005 aylık faiz oranıyla gelecek ayın başında ödenmek üzere banka borçlanması (2) 0.0146 üç aylık faiz oranı ile dördüncü ayın başında 3 aylık faiz oranıyla geri ödenmek üzere ticari kağıtlar. Her türlü fazla fon ayda 0.0037 getiren hükümet tahvillerine yatırılmaktadır. Banka borçları ticari kağıtlardan daha maliyetli ama aynı zaman da esnek. Dikkatli bir incelemeden sonra Fancycraft yönetimi gelecek 12 aylık dönemde şu stratejilerden bir tanesini benimsemeye karar verecek.¹³

Strateji 1. Yalnızca ticari bankalardan ödünç alma

Strateji 2. Yalnızca ticari kağıtlar pazarından ödünç alma

Strateji 3. Yarı ticari bankalardan yarıda ticari kağıt pazarından ödünç alma

Yukarıdaki varsayımlar ışığında bu stratejilerden hangisi firmaya en düşük finansman maliyeti ile sonuçlanacaktır. Bu soruyu cevaplamak için bilgisayar simülasyonu metodu kullanılacaktır.

Simülasyon Deneyinin Uygulanması

Hesap Makinesi İle Simülasyon: Simüle edilen stratejileri derinlemesine anlamak için Fancycraft'ın kısa dönem finansman kararını önce bir hesap makinesi ile simüle edeceğiz. Eşitlik 5.8'e uygun olarak bir aylık satışlar sıralaması ürettiğimizi varsayalım. Nakit girdileri (+), nakit çıktıları (-) ile göstereyim.

O	\$182	N	-\$82	T	-\$238	E	-\$150
Ş	+156	M	+122	A	-17	K	+67
M	+133	H	-4	E	-43	A	+43

Tablo 5.4 gösteriyor ki yukarıdaki nakit gereksinimlerini strateji 1 ile finansa etmek firmaya \$5.03'lık net faiz giderine mal olacaktır. Bu şöyle hesaplanmıştır. Ocakta Fancycraft \$182'lık bir nakit çıktısını karşılamak üzere bankadan bu miktarı ödünç alır. Kredi koşullarına uygun olarak bu \$182'lık kredi şubat 1'de 0.91 cent faiz ile geri ödenir.

¹³ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 572.

Bu geri ödeme kısmen \$156'lık nakit girdisi ile ve kısmen şubat ayındaki \$26.91'lık yeni bir banka kredisi ile finansa edilir.

Yeni kredi marta kadar geri ödenmeyeceğinden şubattaki toplam faiz harcamaları 91 centtir. Martta firmanın \$133'lık bir nakit girdisi vardır. Şubat kredisini faizi ile beraber geri ödedikten sonra geri kalan \$105.97'ı hükümet tahvillerine yatırır. Bu şekilde, firmanın Martta 13 cent faiz gideri olduğunu, ancak Nisanda 39 cent net faiz geliri olduğunu gösterebiliriz. 12 aylık dönem için net faiz ödemeleri ve gelirlerini toplayarak strateji 1'in \$5.03'lık net faiz mahiyeti taşıdığı bulunabilir. Aynı şekilde ikinci ve üçüncü stratejilerin sırası ile \$5.07 ve \$5.34'lık net faiz maliyeti taşıdıkları gösterilebilir. Dolayısıyla, bu özgül nakit ihtiyacı düzeninde strateji 1 üç finansman alternatifinin en az maliyetli olanıdır.

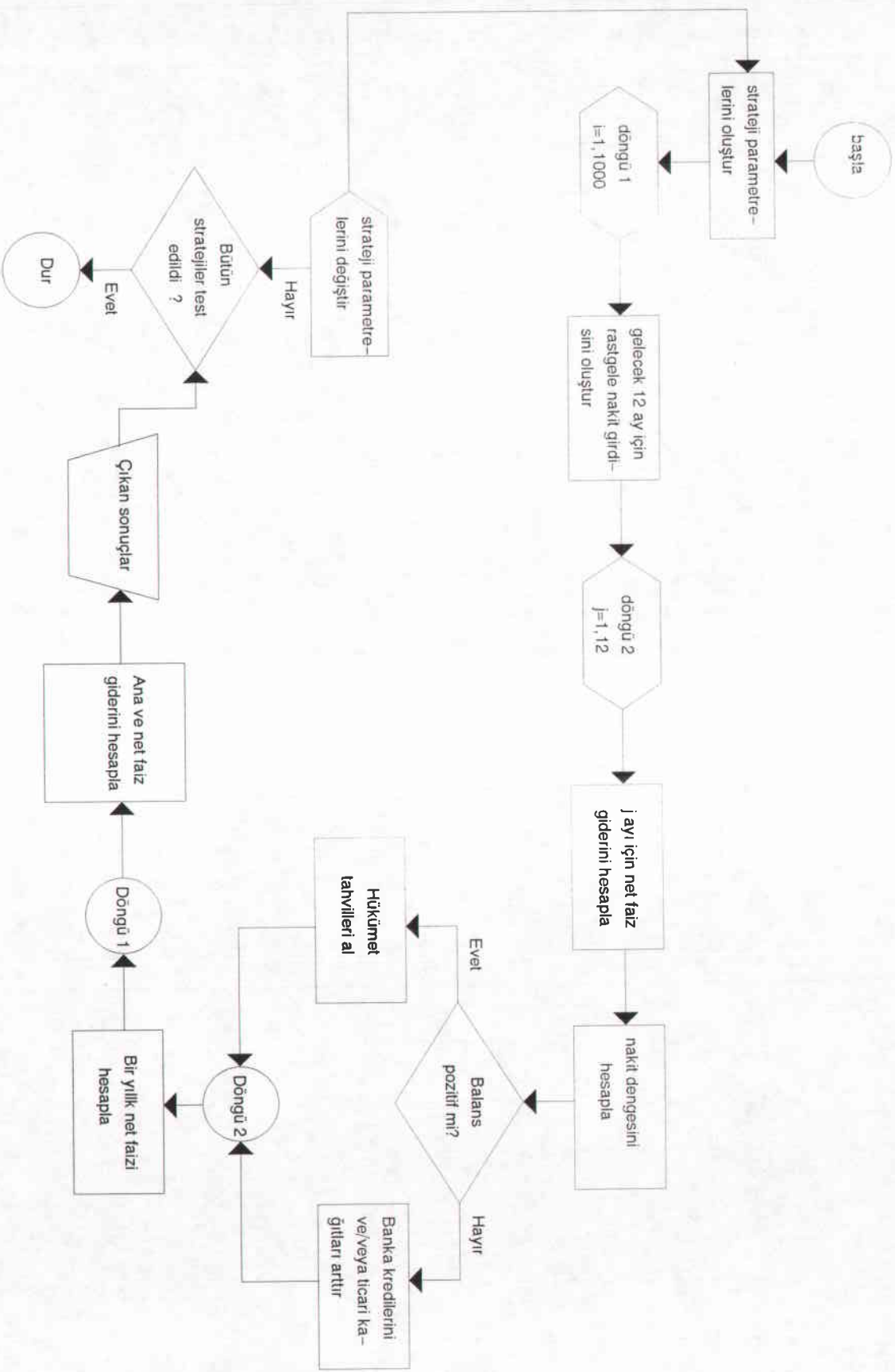
Tablo 5.4 Birinci finansman stratejisine göre net faiz maliyetinin hesaplanması *

SATIR MADDE	OCA.	ŞUB.	MAR.	NİS.	MAY.	HAZ.	TEM.	AĞU.	EYL.	EKİ.	KAS.	ARA.	TOTAL ³
	(182)	156	133	(82)	122	(4)	(238)	(17)	(43)	(150)	67	43	
Nakit girdi veya çıktı (finans işleminden önce) ¹													
Banka kredilerini geri ödeme:													
Ana Borç	0	182	26.91					94.48	111.95	155.51	306.29	240.82	
Faiz	0	0.91	0.13					0.47	0.56	0.78	1.53	1.20	
Bankadan alınan yeni borçlar	182	26.91					94.48	111.95	155.51	306.29	204.82	199.02	
Hükümet tahvillerine yatırım	0	0	105.97	24.36	146.45	142.99							
Hükümet tahvillerindeki faiz geliri	0	0	0	0.39	0.09	0.54	0.53						
Net faiz gideri ²	0	0.91	0.13	-0.39	-0.09	-0.54	-0.53	0.47	0.56	0.78	1.53	1.20	5.03

1 Parantez içindeki rakamlar nakit çıkışı diğerleri ise nakit girişi göstermektedir.

2 Negatif işaret net faiz gelirini göstermektedir.

3 Toplam faiz aralık ayı içerisinde uygulanmış net faiz giderini içermektedir.



Şekil 5.3 Alternatif finansman stratejilerinin değerlendirilmesi

Bilgisayarlı Simülasyon

Tablo 5.4'deki hesaplama aylık satışların ve nakit gereksinimlerinin belirli bir dizilişinde ortaya çıkan net faiz maliyetini vermektedir. İkinci olarak net faiz maliyetindeki tesadüfiliği bulmak için bilgisayarın bu simülasyon deneyini 1000 kez tekrarlamasını sağlarız. Şekil 5.3'de bilgisayara ilk olarak firmanın gelecek 12 ay için nakit gereksinimleri üzerine rastgele gözlemler yapması komutunu veririz. Şekilde bütün adımlar gösterilmemekle beraber bunlar şöyledir. Her bir deneyde önceki yılın aralık ayının satışları \$250 olarak varsayılmıştır. Daha sonra bilgisayara eşitlik 5.8'e uygun olarak izleyen 12 ay için satışları üretmesi komutu verilir. Dolayısıyla ekim, kasım ve aralık için üretilen yeni satışlar tekrar için ocak, şubat ve martın tahsilatları olarak üretilir. Ayrıca bilgisayara bölüm 4'deki işleme uygun olarak satışlara karşılık düşen aylık nakit ihtiyaçlarını hesaplaması komutu verilir. Aylık nakit ihtiyaçları bulunduktan sonra bilgisayara üç finansman stratejisine karşılık düşen yıllık net faiz giderlerini hesaplaması komutu verilir. 1000 çevrimin sonuçlarına göre bilgisayarın her bir finans stratejisine karşılık düşen net faiz giderinin bir sıklık dağılımı yapması ve her dağılım için rastgele faiz giderinin varyansını ve ortalamasını hesaplaması istenir.

Banka kredileri her ne kadar daha fazla bir aylık faiz oranı taşıyorlarsa da bunların izleyen ayın başında cezasız olarak geri ödenebilecekleri hatırlanmalıdır. Fancycraft gibi nakit ihtiyaçları mevsimlik bir dağılım gösteren bir firma için bu geri ödeme modülü tercih edilir.¹⁴

Çünkü bu yöntem firmanın nakite ihtiyacı geçer geçmez borçlarını azaltmasına olanak verir. Geri ödemedeki bu esneklik neden yalnızca bankadan ödünç alan 1.ci stratejinin beklenen en düşük faiz maliyetine yol açtığını açıklar. Öte yandan ticari kağıtlar daha düşük bir aylık faiz oranı taşıırken bu krediler 90 gün geçmeden geri ödenemezler. Bu katı geri ödeme modülü neden sadece ticari kağıt piyasasından borç alan strateji için üç finansman alternatifi arasında en pahalı olduğunu açıklar ve tahmin edilebileceği gibi hem bankadan hem de ticari kağıt piyasasından borçlanmak iki stratejinin ortasında bir beklenen net faiz maliyetine yol açacaktır. Bu tahmin strateji ikinin strateji birden daha maliyetli ama strateji üçden daha az maliyetli olduğu şeklindeki bulgumuzla da tutarlılık içindedir.

Dolayısıyla eğer amaç beklenen net faiz maliyetini minimize etmek ise Fancycraft 1.ci stratejiyi seçmelidir. Net faiz maliyetini minimize etme hedefi gerçek durumun aşırı basitleştirilmesi olabilir. Ama amaç fonksiyon herhangi diğer ilgili maliyetleri de

¹⁴ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 574.

içerecek şekilde genişletilebilir. Örneğin farklı finansman dağılımı planlama döneminin sonunda farklı hesap dengelerine yol açar. Eğer firma 1.ci stratejiyi benimserse planlama döneminin sonundaki borcu yalnızca banka kredisinden oluşacaktır ki bu da para ne zaman bulunursa geri ödenebilir. Eğer firma iki veya üçüncü stratejilerden birini seçerse planlama dönemi sonucundaki borç kısmen veya tamamen ticari kağıtlardan oluşacaktır ki bunlar vadeleri gelene kadar geri ödenemez. Bu sonuç durumlardan hangisinin daha arzu edilebilir olduğu firmanın gelecekteki nakit akışlarına ilişkin beklentilerine ve gelecekteki olası faiz oranlarına bağlıdır. Bu nedenle firma her bir sonuç durumuna göreli bir maliyet öngörür ve bu maliyetleri hedef fonksiyonu içine almalıdır. Bu şekilde bir ayarlama yapıldığında model daha tatmin edici sonuçlar verecektir. Çünkü yalnızca açık faiz maliyetlerini değil ama gizli sonuç finansal durumlarla ilgili maliyetlerini de içerecektir.¹⁵

¹⁵ Mao James J. T, *Quantitative Analysis of Financial Decision*, ibid., s. 577.

VI. SONUÇ

Üçüncü bölümde anlatılmış olan işletme sermayesi, bir şirketin nakit aktifler, tahsil olunacak hesaplar ve envanterler gibi toplam yatırımları içermektedir. Firmanın tam kapasite ile çalışabilmesini, faaliyetini karlı ve verimli bir şekilde yürütebilmesini sağlar. Firma işletme sermayesine yapacağı yatırımları ivedi gereksinimlerine göre ayarlayabilir.

Finansman şekli ne olursa olsun firmanın büyük miktarda işletme sermayesine sahip olması, kârlılığını olumsuz etkileyebilir. İşletme sermayesinin yetersiz olması ise firmanın tam kapasite ile çalışmasını engelleyerek firmayı başarısızlığa götürmektedir. Firmalar, pazar durumlarını, kredi potansiyellerini arttırabilmek için yeterli miktarda işletme sermayesine sahip olmaları gerekir. Bir firmanın, işletme sermayesi yönetiminde izleyeceği politika, kârlılığını etkileyecektir. İşletme sermayesi yönetimi firmalar açısından önem taşıdığından, son yıllarda, kantitatif teknikler geliştirerek uygulamaya başlamışlardır.

İkinci bölümde anlatılmış olan simülasyon, modeller yardımıyla gerçek sistemin benzeri olan bir yapıyı oluşturarak geleceğe yönelik kararların verilmesini sağlayan bir metottur. Simülasyon, gerçek bir sistem modelinin kurulması için sistemin davranışlarını anlamak veya değişik stratejileri değerlendirmek amacı ile bu model üzerinde denemeler yapmaktır. Simülasyon modellerinin en önemli avantajı da gerçek sistemleri temsil etmede daha esnek bir yapıya sahiptirler.

Simülasyon başarılması gerekli olan optimal çözüm veya optimal politikaları sağlayamamasına rağmen alternatif çözümler, karar kuralları ve politikalar, tahmin edilen gelecekteki sistem performansının etkenlerini belirlemek ve tecrübelerle dayanarak değerlendirme yöntemi olarak kullanılmaktadır. Simülasyon, bir teori değildir ama problem çözmek için bir metodolojidir.

Dördüncü bölümde işletme sermayesine simülasyon dışında doğrusal programlama modeli ile optimum çözüm bulunmaya çalışılmıştır. Fakat bu yöntem ancak belirsizliğin olmadığı durumlarda uygulanabilir. Tezde incelediğimiz Fancycraft örneğinde, satışların, koleksiyonların, imalat maliyetlerinin, yönetim masraflarının, kâr hisselerinin giderleri ve vergilerin bilindiği varsayılmış ve belirlilik koşulları altında doğrusal programlama modeli kullanılarak firmanın gelecekteki net işletme sermayesi tahmin edilebilmişti. Doğrusal programlama modeli için verilen belirlilik varsayımı analizi basitleştirmek için yapılmıştır. Ancak firma belirsizlik şartları altında ise finansman kararlarının hepsini

aynı zamanda yapmamalı sırasıyla yapmalıdır. Dolayısıyla ancak işlemin ard arda gelmesi durumunda, finansal sorunların analitik çözümü için dinamik programlama önerilebilir.

Fakat gerçekte iş dünyası değişimler ve belirsizliklerle ifade edilmektedir. Bu belirsizlikte tüm değişkenler hakkında sağlıklı bilgiler elde etmeğe ve tahminlerde bulunmağa olanak yoktur. Nakit bütçede görülen dönemlerin çoğunun sabit olmadığı ve nakit bütçeyi oluşturan değişkenlerde tesadüfi dalgalanmalara bağlıdır. Matematiksel modellerin hepsinden kolaylıkla analitik çözümler çıkarmak ideal olmaktadır. Fakat bu bazen mümkün değildir. Problemin kompleks olmasından dolayı analitik çözümü yoktur yada analitik çözümün çıkarılması çok maliyetlidir. Bu durumda simülasyon metoduna başvurulmaktadır. Simülasyon çalışmalarında ise matematiksel modeller deneylerin temeli olarak görev yapar. Bu yüzden beşinci bölümde karar verme tekniği olarak simülasyona başvurulmuştur.

Sonuç olarak belirsizliğin fazla olduğu günümüz ekonomik koşullarında simülasyon metodunun kullanım sahası oldukça genişlemiş birçok şirket karar verme metodu olarak simülasyon yöntemini uygulamaktadır. Ancak bu modellerin de optimum çözümler sağladığı ileri sürülemez. Bununla birlikte finans yöneticisinin elinde her bir dönen varlığa yapılacak optimum yatırım tutarına ait bazı modeller, yol gösterici esaslar, çeşitli finansman şekillerinin sermaye maliyeti ve kârlılığa etkilerinin analizinde kullanılabilecek araçlar bulunmaktadır. Finans yöneticisi, bu modelden yararlanarak, bunların sonuçlarını, deneyler sonucu elde ettiği bulguları ve önceki dönemlere ait iş tecrübelerini de kullanarak optimum çözümleri bulabilir.

BİBLİYOGRAFYA

Akgüç, Öztin. *Finansal Yönetim*. İstanbul: İ. Ü. Yayınları, 1985.

Esen, H. Öner. *İşletme Yönetiminde Sistem Yaklaşımı*. İstanbul: İ. Ü. Yayınları.

Gönenli, Atilla. *İşletmelerde Finansal Yönetim*. İstanbul: İ. Ü. Yayınları, 1991.

Gordon, Libret. *Quantitative Decision Making For Business*. İsrail: İsrail Pression.

Halaç, Osman. *Kantitatif Karar Verme Teknikleri*. İstanbul: İ. Ü. İşletme Fakültesi Yayınları.

Halaç, Osman. *İşletmelerde Simülasyon Teknikleri*. İstanbul: İ. Ü. İşletme Fakültesi Yayınları.

Mao, James J. T. *Quantitative Analysis of Financial Decsion*. New York: Mc Milan Publishing Co., 1969.

