

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
MUHASEBE VE FİNANSMAN BİLİM DALI

123218

**YATIRIM PROJELERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİNDE
RİSK ANALİZİ VE
KARAR DESTEK SİSTEMLERİ**

123218
DOKTORA TEZİ

Danışman:
Prof. Dr. Osman OKKA

Hazırlayan:
Muhammet BEZİRCİ

KONYA-2003

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
MUHASEBE VE FİNANSMAN BİLİM DALI
123218

ÖNSÖZ

Ülkelerin ve firmaların sahip oldukları iktisadi kaynakları sınırlıdır. Bu kaynakların optimal olarak kullanılması gelişmişliğin ve refahın başlıca sebebidir.

Gelecek ise belirsizdir. Yatırım projelerinde gelecekle ilgili tahminler yapılırken risk analizlerinin yapılması, maksimum getiri minimum riske sahip projelerin seçilmesi, tahminlerde olası sapmalara göre riskin sınırlarının belirlenmesi gerekir. Aksi taktirde yanlış bir seçim ekonomik kaynakların israf edilmesini ve büyük zararları birlikte getirir.

Gelişen teknoloji ile birlikte firmalar yapacakları yatırımları ile ilgili risk analizinde bilgisayar desteğinden geniş ölçüde yararlanmaktadırlar. Geliştirilen ve Karar Destek Sistemlerinde kullanılan paket programlar, proje yöneticilerine ve karar aşamasındaki yetkililere büyük ölçüde zaman ve para tasarrufu sağlamaktadır. Bu çalışmada riskli yatırım projelerinde Karar Destek Sistemlerinin nasıl kullanılacağı gösterilmiştir.

Bu çalışmada yardımlarını ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Osman OKKA'ya teşekkürlerimi bildirmeyi bir borç bilirim.

Konya-2003

Muhammet Bezirci

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 1.1: Yatırım Projesi Tutarına Ait Giderler	15
Tablo 1.2: Yenileme Yatırımlarında Yeni Bir Sabit Varlığın Nakit Akımları	20
Tablo 1.3: Yenileme Yatırımlarında Eski Sabit Varlığın Nakit Akımları	21
Tablo 1.4: Nakit Girişlerini Oluşturan Kalemler.....	24
Tablo 3.1: Şartlı Olasılık Tablosu	55
Tablo 3.2: Tesis I İçin Nakit Girişleri ve Gerçekleşme Olasılıkları	70
Tablo 3.3: Tesis II İçin Nakit Girişleri ve Gerçekleşme Olasılıkları	71
Tablo 3.4: Tesis III İçin Nakit Girişleri ve Gerçekleşme Olasılıkları.....	72
Tablo 3.5: Tesis IV İçin Nakit Girişleri ve Gerçekleşme Olasılıkları.....	72
Tablo 3.6: Tesis V İçin Nakit Girişleri ve Gerçekleşme Olasılıkları.....	73
Tablo 4.1: Genel Olarak Karar Destek Yapısı.....	85
Tablo 4.2: KDS Paket programları	99

ŞEKİLLER DİZİNİ**Sayfa No:**

Şekil 2.1: Sermaye Maliyetine Göre Yatırımın Duyarlılık Grafiği.....	35
Şekil 3.1: Karar Alma Modeli ve Karar Ağaçları.....	54
Şekil 3.2: Şartlı Olasılıkların Karar Ağacı Şeklinde Gösterilmesi	56
Şekil 4.1: KDS'nin Kavramsal Modeli	86
Şekil 4.2: KDS'nin Çeşitleri	90
Şekil 4.3: KDS'nin Uygulama Aşamaları	91
Şekil 4.4: KDS'nin Temel Unsurları	92
Şekil 4.5: KDS ile Sağlanan Destekler	97
Şekil 4.6: Yatırım Projeleri Analizinde KDS.....	98
Şekil 4.7: Risk Analizinde KDS Geliştirilmesinin Süreci	100

KISALTMALAR

YEM = Yıllık Eşdeğer Maliyet

YENH = Yıllık Eşdeğer net Hasıla

NBD = Net Bugünkü Değer

BD = Bugünkü Değer

E(BD) = Beklenen Bugünkü Değer

E(NBD) = Beklenen Net Bugünkü Değer

Var = Varyans

i = Sermaye Maliyeti

δ^2 = Varyans

δ = Standart Sapma

C = Yatırım Tutarı

C_1 = Sabit Sermaye Tutarı

C_2 = İşletme Sermayesi Tutarı

n = Yıl

KDS = Karar Destek Sistemleri

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ÖNSÖZ.....	II
TABLOLAR DİZİNİ.....	III
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IV
KISALTMALAR.....	V
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

YATIRIM PROJELERİ VE RİSKLİ YATIRIM PROJELERİ

1.1. YATIRIM PROJELERİ.....	4
1.2. YATIRIM PROJELERİNİN ÇEŞİTLERİ.....	6
1.2.1. İkame Yatırımlar	7
1.2.2. Genişleme Yatırımları	8
1.2.3. Modernleştirme Yatırımları	9
1.2.4. Stratejik Yatırımlar	9
1.2.5. Bağımsız Yatırımlar	10
1.2.6. Bağımlı Yatırımlar	10
1.3. YATIRIM PROJELERİNİN UNSURLARI	12
1.3.1. Nakit Çıkışları (Yatırım Tutarı) ve Tahmini	12
1.3.1.1. Yeni Bir Yatırım Halinde Nakit Çıkışlarının Tahmini.....	13

1.3.1.2. Yenileme Yatırımlarında Nakit Çıkışlarının	
Tahmini.....	18
1.3.2. Nakit Girişleri ve Tahmini.....	22
1.3.2.1. Faaliyetlerden Doğan Nakit Girişlerinin	
Tahmini.....	23
1.3.3. Sermaye Maliyeti.....	27
1.3.4. Ekonomik Ömür	28
1.3.5. Hurda Değer	28

İKİNCİ BÖLÜM

BELİRSİZLİK ŞARTLARI ALTINDA

YATIRIM PROJELERİNDE KLASİK METODLAR

KULLANILARAK RİSKİN ÖLÇÜLMESİ

2.1. PROJE DEĞERLENDİRME VE KLASİK METODLAR.....	30
2.1.1. Sezgisel Değerleme Metodu.....	31
2.1.2. İyimserlik-Kötümserlik Metodu	32
2.1.3. Duyarlılık Analizleri.....	34
2.1.4. Başabaş Noktası Analizi	36
2.1.5. Riskin İskonto Edilmesi Metodu	38
2.1.6. Oyun Teorisi	40
2.1.7. Belirsizlik Halinde Kullanılan Diğer Kriterler	44

2.1.7.1. Laplace Kriteri	44
2.1.7.2. Pişmanlık (Savage) Kriteri.....	44
2.1.7.3. Kötümserlik Kriteri	45
2.1.7.4. İyimserlik Kriteri.....	45
2.1.7.5. Hurwicz Kriteri	45

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

İSTATİSTİKİ METODLAR KULLANILARAK

YATIRIM PROJELERİNDE RİSKİN ÖLÇÜLMESİ

3.1. PROJE RİSKİNİN ÖLÇÜLMESİ.....	49
3.2. PROJE DEĞERLENDİRİLMESİNDE KARAR AĞACI TEKNIĞİNİN KULLANILMASI VE PROJE RİSKİ	53
3.3. YATIRIM PROJELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE DOĞRUSAL PROGRAMLAMANIN KULLANILMASI VE RİSK.....	68

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KARAR DESTEK SİSTEMLERİ VE UYGULAMASI

4.1. KARAR DESTEK SİSTEMLERİ	78
4.2. KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN ÖZELLİKLERİ.....	80

4.3. KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN KARAR ALMA SÜRECİNDEKİ YERİ	82
4.4. KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI.....	85
4.4.1. Veri Giriş Sistemi.....	87
4.4.2. Veri Analiz Sistemi	88
4.4.3. Tahmine Yönelik Veri Analiz Sistemi.....	88
4.4.4. Muhasebe Modeli Esaslı Sistem.....	88
4.4.5. Temsil Modeli Esaslı Sistem.....	88
4.4.6. Optimizasyon Esaslı Sistem	89
4.4.7. Öneri Modeli İle Sistem.....	89
4.5. KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN UYGULAMA AŞAMALARI	90
4.5.1. Planlama	93
4.5.2. Araştırma	93
4.5.3. Analiz	93
4.5.4. Dizayn Etme.....	94
4.5.5. Yapılandırma.....	94
4.5.6. Uygulama.....	94
4.5.7. Bakım ve Dokümantasyon	96
4.5.8. Adaptasyon	96
4.6. KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN RİSK ANALİZİNDE KULLANILMASI.....	96
4.6.1. Problemin tanımı	101

4.6.2. Risk Analizi İçin Yazılım ve Donanım Seçimi	101
4.6.3. Veri Tabanının Oluşturulması	102
4.6.4. Modelin Oluşturulması	103
4.6.5. Verilerin Girilmesi	103
4.6.6. Problemin Çözülmesi ve Analiz.....	103
4.7. KARAR DESTEK SİSTEMLERİ UYGULAMALARI.....	103
4.7.1. Oyun Teorisinin KDS Uygulaması	104
4.7.2. Belirsizlik Halinde Kullanılan Diğer Kriterlerin KDS Uygulaması.....	106
4.7.3. Karar Ağacı Tekniğinin KDS Uygulaması	108
4.7.4. Doğrusal Programlama Tekniğinde KDS Uygulaması	113
DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	119
YARARLANILAN KAYNAKLAR	129

GİRİŞ

İşletmelerin ellerinde bulunan iktisadi kaynakları sınırlıdır. Bu kaynakların verimli yatırım projelerinde kullanılması hem işletme hem de ülke ekonomisi açısından son derece önemlidir. Yatırımlarla ilgili kararların sonuçları, işletmenin başarısının veya başarısızlığının bir göstergesidir. Ayrıca ülke düzeyinde yapılan yatırımların sonuçları da milli refah düzeyini doğrudan etkiler.

İşletmeler, içinde bulundukları mevcut durum ile birlikte hangi yatırımın işletme için daha karlı olacağını da değerlendirmek zorundadırlar. Bir yatırım projesi değerlendirilirken, projenin temel parametreleri olan nakit girişleri, nakit çıkışları, ekonomik ömür ve sermaye maliyeti esas alınır.

Proje geleceğe dönük olduğu için bu parametreler tesadüfî değişken niteliğindedir. Bu sebeple bütün projeler belirli bir ölçüde risk içerir¹.

Bu doğrultuda yapılan bir proje değerlendirme süreci, yatırımcı için alternatif maliyeti çok yüksek olabilecek uzun bir zaman dilimine yayılabilir. Yatırımcının çok sayıdaki alternatif yatırım projeleri arasından en uygun olanını, en kısa zamanda belirlemesi bu alternatif maliyeti azaltabilir². İşletmelerin; alternatifleri en kısa zamanda, en hızlı şekilde ve en güvenilir sonuçlar elde edecek biçimde değerlendirip analiz sonuçlarını elde etmek zorundadır. Karar Destek Sistemleri yatırımcıya bu yönde büyük avantaj sağlar.

Teknolojinin hızla geliştiği ve rekabetin yoğun olarak yaşandığı bilgi çağında en büyük sorun, güvenilir ve gerekli olan bilgilere hızlı bir biçimde ulaşmaktır. Aynı zamanda rekabetin yönü de gerekli bilgilere hızlı ve güvenilir bir şekilde ulaşma yönünde değişmiştir. Bu nedenle yatırımcıya karar aşamasında yardımcı olacak nitelikte karar destek sistemleri önemini arttırmıştır. Son yıllarda karar destek sistemlerinin riskli yatırım projelerinin

¹ John Schuyler, **Risk and Decision Analysis in Projects**, Pennsylvania: Project Management Institute Pub. , 2001, s. 6.

² Samuel E. Bodily, **Modern Decision Making A Guide to Modelling with Decision Support System**, Singapore: McGraw Hill Co., 1985, s. 144.

değerlendirilmesinde kullanımı üzerinde durulmaya başlanmıştır. Özellikle karar destek sistemlerinin herkes tarafından kolayca kullanılabilir olması, işletmelerin belirsizlik altında karşılaştığı yapısal olmayan problemlerine hızlı bir şekilde çözüm getirici nitelikte olması bu önemini daha arttırmıştır.

Bu çalışmanın amacı; riskli yatırım projelerinin klasik ve istatistiki metodlarla değerlendirilmesi yanında doğrusal programlamanın uygulanışını ele alıp, projelerde risk analizi yapılırken kullanılan metodlarda Karar Destek Sistemlerinin nasıl uygulanabileceğini incelemeye çalışmak ve muhtelif uygulamalarla da sonuçları değerlendirmektir.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır.

Çalışmanın birinci bölümünde, yatırım ve riskli yatırım projeleri ele alınmış olup, yatırım projelerinin çeşitleri kısaca incelenmiştir. İşletmeler tarafından yapılacak olan bir yatırımın temel unsurları olan nakit çıkışları, nakit girişleri, sermaye maliyeti ve ekonomik ömür analiz edilerek proje değerlendirilmesindeki etkisi incelenmiştir.

İkinci bölümde, belirsizlik şartları altında yatırım projelerinde klasik metotlar kullanılarak riskin ölçülmesi üzerinde durulmuştur. Bu metotlardan sezgisel değerlendirme metodu, iyimserlik-kötümserlik metodu, duyarlılık analizleri, başabaş noktası analizi, riskin iskonto edilmesi metodu, oyun teorisi ve belirsizlik halinde kullanılan diğer kriterler incelenmiş ve risk analizinin bu metotlar yardımı ile nasıl yapıldığı kısa örneklerle açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde, istatistiki metodlar kullanılarak yatırım projelerinde riskin ölçülmesi üzerinde durulmuş, yatırım projelerinin beklenen değerlerinin olasılıkları dikkate alınarak risklilik dereceleri tespit edilmiş ve kısa örnekler yardımı ile analiz daha güçlendirilmiştir. Özellikle belirsizlik altında şartlı olasılık ve bayes teoreminin yardımı ile projelerin olasılıklı beklenen değerleri karar ağaçları şeklinde düzenlenmiş ve alternatif yatırımlar arasında seçim için yatırımcıya bir model oluşturulmuştur. İşletmelerin elindeki kısıtlılardan dolayı karşılaşılabilecek muhtemel kısıtlılıklar dikkate alınarak doğrusal

programlama yardımı ile yatırımların değerlendirilmesinde risk analizi yapılmıştır.

Dördüncü bölümde ise, karar destek sistemlerinin teorik yapısı, işleyişi, teknolojik gelişmelere bağlı olarak geçirdiği evrimler incelenmiştir. Günümüzdeki hızlı, güvenilir ve doğru bilgilere ulaşmada etken rol oynayan karar destek sistemlerinin yatırımların değerlendirilmesi aşamasında risk analizinin bir Karar Destek Sistemi aracı olan WinQSB programında uygulanması yapılmıştır.

Değerlendirme ve sonuç bölümünde ise çalışmanın genel bir değerlendirilmesine yer verilmiş ve ulaşılan sonuçlar vurgulanmıştır.



BİRİNCİ BÖLÜM

YATIRIM PROJELERİ VE RİSKLİ YATIRIM PROJELERİ

1.1. YATIRIM PROJELERİ

Sınırlı iktisadi kaynakların ve sınırsız ihtiyaçların, enflasyon ve ekonomik krizlerin yoğun baskısı altında olduğu günümüzde firmalar iktisadi yaşamlarını devam ettirebilmeleri için optimum yatırım projelerine yönelmeleri gerekir. Bu nedenle yatırım, proje ve yatırım projeleri kavramlarının açıklanması ve aralarındaki ilişkinin belirlenmesi yerinde olacaktır.

Genel anlamda yatırım, mal veya hizmet niteliğindeki bir faydanın elde edilmesi olarak tanımlanır¹. Firma açısından yatırım ise; firmanın amaçları doğrultusunda uzun süreli nakit girişi sağlamaya yönelik her türlü harcamadır². Firmaların sonsuz süreli kurulduğu varsayımına göre kar amacı doğrultusunda faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için gerekli olan bina, arazi, tesis-yol, ekipman gibi, sürekli kullanılan elemanlar için yapılan harcamalar da yatırım kapsamına girmektedir³.

Projeler; başlangıç dönemi (t_0) ve bitiş dönemi (t_n) belli olan, belirlenmiş bir süreç dahilinde, bağımsız bir biçimde devam ettirilebilir duruma getirilmiş olan planlar olarak tanımlanabilir⁴. Bir firma için proje; ekonomik ve teknik yönden uygulama imkanı olan ve yapılabilecek yatırımdır⁵. Ülke kaynaklarının

¹ E. Paul DeGarmo, William G. Sullivan, James A. Bontadelli, **Engineering Economy**, New York: MacMillan Pub. Co., 1990, s. 446.

² Alan C. Shapiro, **Modern Corporate Finance**, New York: MacMillan Pub. Co., 1991, s. 2.

³ J. Fred Weston, Thomas E. Copeland, **Managerial Finance**, Florida: 1992, s. 47.

⁴ Chan S. Park, **Contemporary Engineering Economics**, Canada: Addison-Wesley Inc., 1997, s. 11

⁵ James C. Van Horne, **Financial Management and Policy**, New-Jersey: Prentice-Hall Inc., 1992, s. 572.

mal ve hizmet üretilmesi yönünde kullanılması; fiziki anlamda, hammadde, işgücü, yarı mamul, işletme malzemesi, sermaye malları gibi işletme için gerekli olan girdileri üretim sürecine sokarak belirli teknolojileri kullanmak suretiyle potansiyel talebi karşılamak üzere yapılan her türlü faaliyetlere de proje denir⁶.

Optimum yatırım projesi, firma için minimum maliyet ve maksimum getiri şartları altında en iyi nakit girişini sağlayacağı için firmanın büyümesine neden olacaktır. Mikro düzeydeki bu büyüme, ülke çapında bir büyümeye neden olacağı için yatırım projelerinin verimli olması, ülke ekonomisine katkıda bulunacaktır. Plasman olarak tanımlanan mevcut sermaye yatırımlarının el değiştirmesi de, firmanın değerini maksimize edecek nitelik taşıyorsa optimum yatırım projesi olarak ifade edilmelidir.

Yatırım projeleri içerdiği bu önemden dolayı aşağıdaki şartları kapsamalıdır⁷:

- 1- Yatırım projeleri belirli ve uzun ömürlü bir kapasite yaratmalıdır,
- 2- İç ve dış ekonomiye mal ve hizmet arz etmelidir,
- 3- Ekonomik girdi olan hammadde, işgücü ve sermaye mallarını kullanmalıdır,
- 4- Mevcut alternatif yatırım projeleri içerisinde en uygun karar olmalıdır,
- 5- Ekonomiye katma değer sağlayıcı nitelikte olmalıdır.

Yukarıda sayılan şartları içeren yeni bir tesis kurulması, yenileme ve kapasite artırım çalışmaları, üretim tekniğindeki değişiklikler gibi çalışmalar yatırım projeleri olarak değerlendirilir.

⁶ Mahir Barutçu, "Proje Kavramı ve Proje Çalışmaları", Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi 1. Cilt, Ankara: Devlet Yatırım Bankası, 1985, s. 23.

Halil Sariaslan, Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi, Ankara: Turhan Kitabevi, 1990, s. 6.

⁷ Pearson Hunt, Charles M. Williams ve Gordon Donaldson, Basic Business Finance Text and Cases, Georgetown: Richard D. Irwin Inc, 1971, s. 147.

Bir yatırım projesini süreç olarak üç aşamada tanımlamak mümkündür⁸:

- a- Yatırım kararlarının ortaya çıkmasına neden olan amaçların tespit edilmesi,
- b- Alternatif yatırım kararlarının ortaya çıkarılması,
- c- Alternatiflerden optimal olan projelerin seçimi için değerlendirilmesi.

Bir yatırım projesinin temelini o projeye ait veriler oluşturmaktadır. Ancak yatırım projelerine ait veriler belirlilik, belirsizlik ve risk ortamlarında hesaplanabilir.

Risk, bir olayın beklenen değerinden sapma olarak düşünülür. Risk durumunda olayların hangi olasılıklarla gerçekleşeceğinin önceden bilindiği kabul edilir ve geçmiş verilere dayanarak bir olasılık dağılımı yapılabilir.

Belirsizlik durumunda ise, olaylara ait olasılıkların tahminlerinin yapılması imkansızdır. Bu durumda ise olasılık dağılımına ait objektif veri olmamasına rağmen Bayes'e göre sübjektif değerlendirme ile olasılıklar teşkil edilir ve objektif olasılık dağılımı gibi analiz yapılır.

Yatırım projelerinin içerdiği riskleri minimum düzeyde tutmak için firmalar; sezgisel değerlendirme, iyimserlik kötümserlik metodu, duyarlılık analizleri, başabaş noktası analizleri, riskin iskonto edilmesi, oyun teorisi, şartlı olasılık ve bayes teoremi ve karar ağaçları gibi çeşitli analiz ve değerlendirme tekniklerini kullanmaktadırlar.

1.2. YATIRIM PROJELERİNİN ÇEŞİTLERİ

Literatürde yatırım projeleri çeşitli sınıflandırmaya tabi tutulurken biz altı grupta toplayacağız. Bunlar;

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

⁸ Jae K. Shim, Joel G. Siegel, *Theory and Problems of Managerial Finance*, New York:

- İkame yatırımları,
- Genişleme yatırımları,
- Modernleştirme yatırımları,
- Stratejik yatırımlar,
- Bağımsız yatırımlar,
- Bağımlı yatırımlar projeleridir.

1.2.1. İkame Yatırımlar

Belli bir dönemde, bir ekonomide, mevcut sermaye malları ve teçhizat stokuna eskime ve aşınma bedeli kadar yapılan yatırıma ikame yatırım veya telafi edici yatırım denir⁹.

Bütün sabit varlıklarda olduğu gibi zamana bağlı olarak yapılan bir yatırımda aşınma, yıpranma veya teknolojik eskime sonucu değerinde ve üretim gücünde azalmalar olabilir. Bu nedenle, firmaların faaliyetlerinin devamı için eskiyen, yıpranan, aşınan birimlerin yerine yenilerinin konulması veya teknolojilerinin yenilenmesi için yenileme yatırımları yapmak gerekir¹⁰.

Genel olarak işgücü yoğun bir teknolojiden sermaye yoğun teknolojiye geçişler, üretim miktarının artırılması ve kalitesinin düzeltilmesi için yapılan teknolojik yenilemeler de ikame yatırımlar arasında yer alır¹¹. Teknolojinin yoğun olarak kullanıldığı sermaye yoğun sektörlerde bu tür yatırımlara daha sık rastlanılmaktadır.

Schaum's Outline Series, McGraw-Hill Inc., 1986, s, 78.

⁹ www.ekonomik.tripod.com/ekonomik9.html, (08.04.2000)

¹⁰ DeGarmo ve diğerleri, a.g.e., s, 233.

¹¹ Catherine J. Morrison, "Investment in Capital Assest and Economic Performance: The U.S. Chemicals and Primary-Metals Industries in Transition", *Journal of Business and Economic Statistics*, Cilt: 11, No: 1, Haziran 1993, s, 51.

Firmaların halihazırdaki tesislerinin üretim güçlerini muhafaza ederek faaliyetlerini aksatmadan devam ettirmeleri amacı ile kapasite arttırıcı ve teknolojik yatırımlar da ikame yatırımlardır¹². Buna karşılık yıllık rutin olarak yapılan tamir-bakım harcamaları gider mahiyetindedir ve ikame yatırım sayılmazlar.

1.2.2. Genişleme Yatırımları

Firmanın mevcut üretim kapasitesini arttırmak, yeni üretim potansiyeli meydana getirmek amacı ile yapılan harcamalara genişleme (tevsî) yatırımları denir¹³. Genişleme yatırımlarının ortaya çıkmasına ve gerçekleştirilmesine neden olan en önemli faktör taleptir.

Genişleme yatırımları, halihazırdaki yatırımların talebi karşılamadığı durumlarda firmalar tarafından uygulamaya konulur. Bunlar:

- Mevcut tesisin üretim hacminin artırılması,
- Yeni bir tesis kurulması,
- İkinci bir firma ile ortaklık kurulup tesislerin birleştirilmesi,
- Birden fazla firma faaliyetlerinin birleştirilmesi ile verimliliğin artırılması yatırımları,
- Yatay, dikey ve çapraz büyümelerin getirdiği yatırımlar,
- Ekonomik gelişmelerden dolayı talebin karşılanmasında mevcut tesislerin yetersiz kalması durumunda yapılan yatırımlar,
- İstihdamı arttırmak ve iş alanları yaratmak için yapılan yatırımlardır.

¹² DeGarmo ve diğerleri, a.g.e., s, 232.

¹³ Harold Bierman, Seymour Smidt, *The Capital Budgeting Decision of Investment Projects*, New York: MacMillan Pub. Co. Inc. 1975, s, 88.

1.2.3. Modernleştirme Yatırımları

Rasyonelleştirme yatırımları olarak da nitelendirilen modernleştirme yatırımları, üretim hattının daha ileri teknolojik bir yapıya sahip olması, üretim kalitesinin ve veriminin arttırılması yani ekonomik bir üretim tarzı için yapılan yatırımlar olarak tanımlanabilir.

Modernleştirme yatırımlarında amaç teknolojideki değişimleri üretime yansıtmaktır. Firmaların işgücü yoğun bir üretim tekniğinden teknoloji yoğun üretim tekniğine geçmeleri, firmaların giderlerini azaltacak ve firma karlılığını arttıracaktır. Yoğun rekabet ortamında amaç, maksimum getiriye minimum maliyetle sağlamak olduğuna göre, firmalar minimum maliyeti elde etmek için mümkün olan tüm olanakları kullanmak durumundadırlar. Bunlardan bir tanesi de teknolojik değişiklikleri firmaya transfer etmektir.

Firmalar modernleşme yatırımlarını yaparken, mal ve hizmet üretiminin, gelişen ve değişen teknolojik imkanlara bağlı olarak arttırılması, mal ve hizmet kapasitesinin daha az işgücü ile genişletilmesi veya verimliliğin artırılması gibi amaçları gerçekleştirmeye çalışırlar¹⁴.

Belirli bir üretim düzeyine daha az üretim faktörleri kullanılarak ulaşılması veya aynı üretim faktörleri ile daha yüksek üretim düzeyinin elde edilmesi firmanın amaçları arasındadır ki bu modernleştirme yatırımlarının da gayesidir¹⁵.

1.2.4. Stratejik Yatırımlar

Stratejik yatırımlar, çevresel ve teknolojik gelişmeler karşısında firmaların maruz kalacağı riski azaltmak ve firmaların mevcut durumlarını koruyarak gelişmesini sağlamak amacı ile yapılan koruyucu (defansif) ve geliştirici (offensif) nitelik taşıyan yatırımlardır. Koruyucu yatırımlar; işletme

¹⁴ Barutçu, a.g.e., s. 23.

¹⁵ H.G. Thuesen, W. J. Fabrycky, G.J: Thuesen, **Engineering Economy**, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1971, s, 21.

için gerekli olan büyük miktarda satın almaların aşırı fiyatla yapılmasını önlemek ve eksik tedariklere karşı işletmeyi dikey entegrasyonla korumayı amaçlayan yatırımlardır. Geliştirici yatırımlar; işletme içi psikolojik ve sosyal bünyesinin güçlendirilmesi için yapılmaktadır¹⁶. Bunlar işletmelerin çevresel teknolojik ve pazardaki bütün değişimlerden olumlu yönde etkilenmesini sağlayacak yatırımlardır.

Stratejik yatırımlar sayesinde firmalar belirsiz ortamda yatırım yaparken karşılaştıkları riskin vereceği zararı en aza indirgeyecekler ve risk düzeyini asgari seviyede tutacaklardır.

1.2.5. Bağımsız Yatırımlar

Bağımsız yatırımlar, maliyet, hacim ve kar yönünden diğer yatırımları etkilemeyen yatırımlardır.

Bağımsız yatırımlar iki açıdan ele alınabilir. Birincisi, alternatif yatırımlardan bir tanesini gerçekleştirmek için mali ve teknik imkanlara sahip olmaktır. İkincisi ise, bir yatırımdan beklenen nakit akımlarının alternatif bir yatırımın kabul edilip edilmeme kararını etkilememesidir¹⁷. Bir yatırımın diğerinden bağımsız olması; alternatif yatırım ister kabul edilsin veya ister kabul edilmesin diğer yatırımların kabul veya reddine sebep olmaması ve olandan etkilenmemesidir.

1.2.6. Bağımlı Yatırımlar

Yapılan bir yatırım, diğer yatırım veya yatırımları etkiliyorsa veya diğer yatırımdan çeşitli yönlerden etkileniyorsa bu tür yatırımlar bağımlı yatırımlardır.

¹⁶ Jack Clakr Francis, *Investments Analysis and Management*, New York: McGraw Hill Book Co. 1972, s. 467.

¹⁷ Bierman ve diğerleri, *The Capital Budgeting Decison of Investment Projects*, s. 376.

Yapılan bir yatırımın diğer yatırımlardan etkilenmesi alternatif gelir kaybı veya alternatif maliyet açısından olmaktadır.

Eğer bir yatırımı kabul etmekle sağlanacak nakit akımları, ikinci yatırımın kabul edilmesine veya ret edilmesine göre farklılık gösterecekse bu yatırım bağımlı bir yatırımdır. Çünkü birinci yatırımdan beklenen iktisadi fayda ikinci bir yatırıma çeşitli yönlerden bağıllık göstermektedir¹⁸.

Bağımlı yatırımlardaki bağımlılık çeşitli durumlarda olmaktadır.

İkinci yatırımın kabul edilmesi yönündeki bir karar, ilk yatırımdan beklenen faydayı artırırsa¹⁹ yani ilk yatırımın sağlayacağı gelir artırsa veya ilk yatırımın maliyet giderlerinde azalma olarsa bu tür yatırım tamamlayıcı yatırım olarak ifade edilir²⁰.

Eğer ikinci yatırımın kabul edilmesi kararı ilk yatırımın gelirini düşürüyor veya maliyetini yükseltiyorsa ikinci yatırım ilk yatırımın ikamesi durumundadır²¹.

Eğer ikinci yatırımın kabul edilme kararı ilk yatırımın sağlayacağı bütün faydaları yok ediyor, nakit akımlarını ortadan kaldırıyorsa kısaca her iki yatırımın da aynı anda kabul edilmesi mümkün değil ve sonuçta her iki yatırımdan sadece bir tanesinin seçilme ihtimali varsa bu yatırımlar bağdaşmaz yatırımlar olarak ifade edilir²².

Eğer ikinci yatırımın ret edilmesi kararı halinde ilk yatırım hiçbir fayda sağlamayacak veya nakit akımı gerçekleştirilmeyecek ise, veya; ilk yatırımın

¹⁸ H. Jr. Bierman ve S. Smidt., *Yatırım Projelerinin İktisadi Analizi ve Finansmanı*, Çev: Turgut Var, Ankara: Güzel İstanbul Matbası, 1970, s. 70.

¹⁹ Bierman, ve diğerleri, *The Capital Budgeting Decision of Investment Projects*, s. 71.

²⁰ Michael Brennan, Eduardo Schwartz, "A New Approach to Evaluating Natural Investments", *The Revolution in Corporate Finance*, Derleyen: Joel M. Stern ve Donald H. Chew, Cambridge: Blackwell Pub. Inc. 1986, s. 79.

²¹ Bierman ve diğerleri., *Yatırım Projelerinin İktisadi Analizi ve Finansmanı*, s. 71.

²² Bierman ve diğerleri, *The Capital Budgeting Decision of Investment Projects*, s. 87.

olmaması halinde ikinci yatırımın yapılması mümkün değilse buna da şartlı yatırımlar denir²³.

1.3. YATIRIM PROJELERİNİN UNSURLARI

Bir yatırım projesinin nakit çıkışları, nakit girişleri, sermaye maliyeti ve ekonomik ömrü olmak üzere dört unsuru bulunmaktadır. Gerçek hayatta bunlar tesadüfi değişken mahiyetindedir. Biz genellikle belirsizlik ve risk altındaki analizlerimizde sermaye maliyeti ile ekonomik ömrün sabit olduğu varsayımını kabul etmiş bulunuyoruz. Nakit girişi ve çıkışları tesadüfi değişken olarak analize dahil edilmiştir. Bunlardan sonra özellikle belirsizlik ve risk üzerinde durulacaktır.

1.3.1. Nakit Çıkışları (Yatırım Tutarı) ve Tahmini

Bir firma yeni bir yatırım projesi kararı alma sürecine girdiği zaman ilgili projeye ait nakit çıkışlarını tahmin etmek zorundadır. Çünkü belirsizlik ve risk altında yapılan yatırımların nakit giriş ve çıkışları gelecekte ortaya çıkmaktadır ve günümüzde tahmini zordur. Bunlardan bir kısmı belirsizlik şartları altında ortaya çıkmış olabilir. Ekonomik belirsizliğin fazla olduğu dönemlerde nakit akımlarının tahminindeki sapma daha da büyümektedir.

Bir firma için her nakit akımının miktar yön (gelir ve gider) ve zaman olmak üzere üç önemli boyutu vardır²⁴:

Yatırım tutarının tespit edilmesi yatırımın niteliğine göre değişkenlik gösterir. Kompleks ve büyük bir yatırımın tutarının tespiti basit bir yatırımın tutarının tespit edilmesine göre daha zordur. Çünkü kompleks bir yatırım için

²³ John A. White, Marvin H. Agee, Kenneth E. Case, *Principles of Engineering Economic Analysis*, Singapore: John Wiley and Sons, 1989, s, 212.

²⁴ Mehmet Bolak, *Finans Mühendisliği*, Ankara: Beta Basım Yayım, 1998, s. 13.

Robert C. Higgins, *Analysis for Financial Management*, Illinois: Richard D. Irwin Inc, 1984, s, 10.

yapılacak fizibilite etüdünde yatırım projesi ile ilgili unsurlar çoğalacak ve bunların analiz edilip sağlıklı bir veri halinde ilgili kişilere sunulup kesin tutarın tespit edilmesi için uzman bir ekibin çalışması gerekecek, dolayısı ile bu durum da firma için ilave gider kalemleri oluşturacaktır.

Herhangi bir yatırım projesinin $t_n, t_{(n-1)}, \dots, t_3, t_2, t_1, t_0, t_1, t_2, \dots, t_n$ dönemlerinde yapılan harcamaların %i sermaye maliyeti üzerinden t_0 dönemindeki değeri bir yatırım projesine ait nakit çıkışlarını oluşturur²⁵. Bu ise yatırım tutarıdır. Burada t_0 dönemi yatırımın tamamlanıp üretime geçildiği yıldır.

Yatırım projelerinin çeşidi ne olursa olsun (ikame, genişleme, modernleştirme, stratejik, bağımsız, bağımlı) yatırım ya yeni yapılan bir yatırımdır ya da yenileştirme veya geliştirme şeklinde olur. Bu nedenle yeni bir yatırım ve yenileme yatırımları için nakit çıkışlarının hesaplanması aşağıda yer almıştır.

1.3.1.1. Yeni Bir Yatırım Halinde Nakit Çıkışlarının Tahmini

Yeni bir yatırım projesi ile ilgili harcama, yatırım proje fikrinin oluşmaya başladığı günden yatırımın gerçekleştirildiği güne kadar devam eden her türlü fedakarlık için yapılan harcamaları kapsar.

Firma yeni bir yatırım yapmak istediğinde bu yatırıma konu olan ilgili birimin yatırım tutarını hesaplamak için²⁶;

- Yatımına konu olan tesisin alım bedeli, navlun, gümrük, sigorta, vergi, nakliye v.b. alım giderleri toplamı,

²⁵ Eugene L. Grant, W. Grant Ireson ve Richard Leavenworth, **Principles of Engineering Economy**, Singapore: John Wiley and Sons, 1990, s. 58.

²⁶ John Lintner, "The Cost of Capital and Optimal Financing of Corporate Growth", **The Theory of Business Finance: A Book of Readings**, Derleyen: Stephen H. Archer ve Charles A. D'ambrosio, New York: The Macmillan Company, 1967, s. 275.

- İlgili tesisin yerleştirilmesi, kurulup çalıştırılması ve deneme giderlerinin toplamı,
- Yeni bir yatırımla ilgili olarak işletme sermayesindeki meydana gelen artışların toplamı dikkate alınır

Yani;

$$C = C_1 + C_2 \quad (1.1)$$

Burada

C; yatırım tutarını,

C₁; yatırıma konu olan tesisin navlun, gümrük sigorta, vergi v.b. alım giderleri ile ilgili tesisin kurulum ve deneme giderleri toplamı, yani fiziksel varlık için yapılan sabit sermaye yatırımının tutarını,

C₂; işletme sermayesi yatırımını gösterir.

Genel olarak yukarıdaki gibi formüle edilen bir yatırım projesinin sabit sermaye yatırım tutarı ayrıntılı olarak aşağıdaki tabloda gösterilmiştir²⁷:

²⁷ United Nations Industrial Development Organization, *Feasibility Study*, Morocco: 1995, s, 2-6.

Ekrem Pakdemirli, *Yatırım Planlaması ve Fizibilite Etüdları*, İzmir: Ege Üniversitesi Müh. Bil. Yay: No:17, 1983, s, 47-63.

Osman Okka, *Mühendislik Ekonomisi*, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 2000, s. 147.
Teknolojik Araştırma ve Proje Müdürlüğü, *Yapılabilirlik Etüdü ve Hazırlama Esasları*, Ankara: 1986, s, 3.

Tablo1.1: Yatırım projesi tutarına ait giderler

Giderin Cinsi:	İthalat(\$ %	Yerli(TL.):	Toplam(TL.):
I-PROJE ÖN ARAŞTIRMA GİDERLERİ:	_____	_____	_____
a- Personel			
b- Müşavirlik			
c- Harçlar v.b.			
d- Kira v.b.			
e- Vergiler v.b.			
II- ARAZİ VE BİNA GİDERLERİ :	_____	_____	_____
a- Arazi, arsa			
b- Ana fabrika binası			
c- Yardımcı tesis binaları			
d- Ambar ve depolar			
e- Laboratuvarlar ve AR-GE birimi			
f- Lojmanlar ve sosyal tesisler			
h- İdari binalar			
ı- Muhtemel iskele ve istasyonlar			
i- İç yollar			
III- ANA FABRİKA BİNASI DONATIM GİDERLERİ:	_____	_____	_____
a- Makineler			
b- Cihazlar			
c- Tesisler			
d- Konveyörler			
e- Taşıt giderleri			
f- Forkliftler v.b.			
IV- YARDIMCI İŞLETMELERE AİT DONATIM GİDERLERİ :	_____	_____	_____
a- Enerji birimi			
b- Su-buhar tankları			
c- Yakıt tankları			
V- ULAŞTIRMA TESİSLERİ VE İÇ YOLLAR :	_____	_____	_____
a- İç yollar			
b- Bağlantı yolları			
c- İstasyon ve iskeleler			
d- Ray sistemleri			
e- Tüneller			
VI- MAKİNE VE DONATIM TAŞIMA GİDERLERİ :	_____	_____	_____
a- Makine			
b- Techizat			
VII- GÜMRÜK v.b. VERGİ VE HARÇLAR :	_____	_____	_____
a- Makine			
b- Techizat			
c- Malzeme			

Tablo 1'in devamı:

VIII- MONTAJ GİDERLERİ :	_____	_____	_____
a- Makine			
b- Techizat			
IX- TECRÜBE VE FAALİYET GİDERLERİ (VERGİDEN SONRA) :	_____	_____	_____
X- DİĞERLERİ :	_____	_____	_____
a-			
b-			
TOPLAM			

Tablo 6.1'de verilen bir projeye ait unsurların toplam nakit çıkışları şu formül yardımıyla hesaplanır:

$$C_1 = \sum_{m=1}^k Y_m \quad m= 1, 2, 3, ...k \quad (1.2)$$

1.2 nolu formülde C_1 , sabit yatırım tutarını Y_m sabit gider cinslerini göstermektedir. Tablodaki gider cinslerini formüle uyguladığımız zaman;

Y_1 , proje ön araştırma giderleri,

Y_2 , arazi ve bina giderleri,

Y_3 , ana fabrika binası donatım giderleri,

Y_4 , yardımcı işletmelere ait donatım giderleri,

Y_5 , ulaştırma tesisleri ve iç yollar,

Y_6 , makine ve donatım taşıma giderleri,

Y_7 , gümrük v.b. vergi ve harçlar,

Y_8 , montaj giderleri,

Y_9 , vergiden sonraki tecrübe ve faaliyet giderleri,

Y_{10} , diğer giderler olarak ifade edilebilir.

Bir yatırım aşamasında yatırımlar ile ilgili olarak gerçekleşmesi kesin olan harcamalar tesadüfi olmayan değişken olarak özellik gösterirken, yatırımlarla ilgili bazı harcamaların kesin olarak bilinip tahmin edilememesi o harcama kalemlerinin tesadüfi değişken olmasına neden olur.

Yatırım tutarının belirlenmesinde kesin olarak bilinen harcama kalemlerine ilave edilecek olan tesadüfi değişkenleri Z_r ile gösterirsek 1.2 nolu formülü yeniden aşağıdaki gibi yazabiliriz.

$$E(C_1) = \sum_{m=1}^k Y_m + \sum_{r=1}^s E(Z_r) \quad m= 1, 2, 3, \dots, k \quad r= 1, 2, 3, \dots, s \quad (1.3)$$

Burada, Y ; yatırım projesinde kesin olarak bilinen harcamaları, Z de tesadüfi değişken özelliği gösteren harcamaları, E ise beklenen değeri ifade eder.

Projenin yatırım tutarına ait varyansı şöyle yazılabilir:

$$\text{Var}(C_1) = \text{Var}(Y_m) + \text{Var}(Z_r) \quad (1.4)$$

1.4 nolu formülde Y_m 'ler sabit giderleri gösterdiğinden $\text{Var}(Y_m) = 0$ olur ve formül şöyle yazılabilir.

$$\text{Var}(C_1) = \text{Var}(Z_r) \quad (1.5)$$

Z_r yatırım unsurları bağımlı ve bağımsız olmalarına göre yazılabilir.

a) Yatırımın unsurları arasında bağımlılık yoksa;

$$\text{Var}(Z_r) = \text{Var}(Z_1) + \text{Var}(Z_2) + \dots + \text{Var}(Z_n) \quad (1.6)$$

b) Bağımlılık var ise,

$$\begin{aligned} \text{Var}(Z_r) = & \text{Var}(Z_1) + \text{Var}(Z_2) + \dots + \text{Var}(Z_n) + 2\text{Cov}(Z_1 Z_2) + \dots + \\ & 2\text{Cov}(Z_1 Z_n) + \dots + 2\text{Cov}(Z_2 Z_n) + \dots + 2\text{Cov}(Z_{n-1} Z_n) \end{aligned} \quad (1.7)$$

Bunların beklenen değerleri ise her iki durumda da;

$$E(Z_r) = E(Z_1) + E(Z_2) + ... + E(Z_n) \quad (1.8)$$

şeklinde yazılabilir.

1.3.1.2. Yenileme Yatırımlarında Nakit Çıkışlarının Tahmini

Bir firmada bir yatırım projesi sonsuz süreli olarak yapılmaz. Zamana bağlı olarak makine, teçhizat, tesisler, alet ve edevatlar eskimeye tabidir. Teknolojik yeniliklere bağlı olarak firmada kullanılan bu varlıklar demode olur ve firma için pahalı duruma gelir. Bu gibi nedenlerden dolayı firmalar fiziki varlıklarının yenilenmesi sorunu ile her zaman karşı karşıyadır²⁸. Ayrıca firmanın mevcut tesislerinin talebi karşılamada yetersiz kalması da yenileme yatırımlarının yapılması için bir nedendir.

Geleceğin belirsiz olması nedeniyle firmaların yenileme politikaları geçmiş tecrübelerin ve gelecekle ilgili tahminlere bağlı olarak belirlenecektir. Bazı firmaların ise bulundukları sektöre bağlı olarak planlı bir yenileme politikalarının olduğu bilinmektedir.

Yenileme yatırımlarına temel neden olan fiziki yıpranma, aşağıdaki şekillerde ortaya çıkmaktadır²⁹:

- Üretim aşamasında meydana gelen duraklama, arızaların artması ve bakım-onarım giderlerinin yükselmesi,
- Ürün kalitesinin istenilen düzeye çıkarılamaması veya kalitede meydana gelen düşüş,

²⁸ Zekai Yılmaz, Yatırım Projeleri Analizi ve Yönetimi, Bursa: Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1995, s. 10.

²⁹ Gülden Kocayusufpaşaoğlu, "Tevsi, Modernizasyon ve Yenileme Projelerinin Hazırlama ve Değerlendirilmelerine İlişkin Özellikler", Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi, Cilt II, Ankara: Devlet Bankası, 1985, s. 162.

- Üretim sürecinde hammadde, yardımcı madde ve yarı mamullerde meydana gelen artış oranlarının yükselmesi,
- Makine parkı ve tesisteki bazı birimlerin veya ünitelerin teknik veya ekonomik ömürlerinin tüm tesis veya makine parkına oranla düşük olması.

Yenileme yatırımlarındaki nakit çıkışları, yeni bir yatırım halindeki nakit çıkışlarından farklılık gösterir. Şöyle ki, yenilemeye konu olan tesis, makine, araç gereç ve sabit varlıkların maliyet bedellerinden eski sabit varlığın net hurda değeri^(*) ve yenileme yatırımının sağlayacağı nakit tasarrufunun düşülmesi^(**) ile yenileme yatırımlarının nakit çıkışı hesaplanabilir. Yenileme yatırımlarında nakit akışı iki aşamada hesaplanır³⁰. Birincisi, yeni sabit varlığın nakit akımları, ikincisi ise, eski sabit varlığın nakit akımlardır. Bu durum aşağıdaki 1.2 ve 1.3 nolu tabloda daha ayrıntılı olarak görülmektedir³¹:

(*) Net Hurda Değer= Brüt hurda değer-Hurdanın sökülme taşıma masrafları ve vergiler.

(**) Eğer yenileme yatırımları neticesinde nakit tasarrufu sağlanamıyor yani nakit çıkışı artıyor ise bu artışın eklenmesi gerekir.

³⁰ Leland T Blank, Anthony J. Tarquin, **Engineering Economy**, Singapore: McGraw-Hill Book Co. 1989, s, 215.

³¹ United Nations Industrial Development Organization, a.g.e., s, 11-34.

Pakdemirli, a.g.e., s, 47-63.

Okka, **Mühendislik Ekonomisi**, s. 261.

Teknolojik Araştırma ve Proje Müdürlüğü, a.g.e., s, 3.

Tablo 1.2:Yenileme yatırımlarında yeni bir sabit varlığın nakit akımları

YENİLEME YATIRIMLARINDA YENİ SABİT VARLIĞIN NAKİT AKIMLARI	
A-YENİ SABİT VARLIĞIN MALİYET BEDELİ :	
(+) 1- Sabit varlığın imalat veya alış değeri	.....
(+) 2- Nakliye, hamaliye, sigorta v.b. masraflar	.....
(+) 3- Gümrük vergi ve resimleri ve diğerleri	.....
(+) 4- Montaj masrafları	.....
(+) 5- Tecrübe ve kontrol masrafları	.....
(+) 6- Sabit varlığın kurulması sırasında üretimden doğan kayıp	.....
MALİYET TOPLAMI	.....
B- HURDA DEĞER :	
8- Sabit varlığın hurda değeri	.....
(-) 9- Hurda varlığın söküm ve taşıma masrafları ve vergiler	.....
NET HURDA DEĞER	.....
C- NAKİT GİRİŞLERİ :	
10- Vergiden sonraki nakit girişleri	.....
(±)11- Direkt işçilikteki azalış veya artış	.....
(±)12- Direkt hammaddedeki azalış veya artış	.....
(±)13- Genel imalat masraflarındaki azalış veya artış	.....
(±)14- Döküntü ve ıskartalardaki azalış veya artış	.....
(±)15- Dışarıda yaptırılan işlerdeki azalış veya artış	.....
(±)16- Kira, vergi, reklam v.b. azalış veya artış	.....
(±)17- Tamir-bakım masraflarında meydana gelen azalış veya artış	.....
(±)18- Diğer artış veya azalışlar	.....
YENİ SABİT VARLIĞIN NET	.....
YILLIK NAKİT GİRİŞİ (V.Ö.)	.....

Tablo 1.3: Yenileme yatırımlarında eski sabit varlığın nakit akımları

YENİLEME YATIRIMLARINDA ESKİ SABİT VARLIĞIN NAKİT AKIMLARI	
A-ESKİ SABİT VARLIĞIN ŞİMDİKİ DEĞERİ :	
1- Mevcut sabit varlığın muhtemel değeri	.....
(-) 2- Muhtemel vergiler ve benzerleri	.....
(+) 3- Gelecek kullanım için yapılacak büyük tamir-bakım	.....
MALİYET TOPLAMI	.....
B-HURDA DEĞER :	
4- Yenilenen sabit varlığın hurda değeri	.....
(-) 5- Hurda varlığın sökülme ve taşıma masrafları	.....
NET HURDA DEĞER	.....
C- NAKİT GİRİŞLERİ :	
6- Nakit girişleri	.....
(±) 7- Nakit girişlerindeki düzeltmeler	.....
ESKİ SABİT VARLIĞIN YILLIK NAKİT GİRİŞİ (VERGİDEN ÖNCE)	.....

Tablo 1.2 ve 1.3'den anlaşılacağı üzere eski bir sabit varlığın defter değeri nakit çıkışı hesaplanırken dikkate alınmaz, sadece şimdiki net hurda değeri ile sabit varlığın gelecekte kullanılması ihtimali için yapılacak tamir-bakım giderleri yatırım tutarı hesaplanırken nakit çıkışına ilave edilir.

Yenileme yatırımlarının nakit çıkışları yıpranan ve fiziki aşınmaya konu olan eski varlığın içinde bulunacağı duruma göre farklılık gösterir. Bu durumlar aşağıda incelenmiştir.

- 1) Eğer eski sabit değer firma için yetersizliğinden dolayı hurdaya ayrıldığında iktisadi yönden herhangi bir hurda değere sahip değilse firmanın nakit akımları üzerinde bir değişikliğe neden olmayacaktır. Bu durumda 1.6 ve 1.7 nolu formüller geçerli olacaktır.
- 2) Mevcut sabit varlık defter değerinden daha yüksek bir değere satılırsa hurda değeri göstermek üzere aşağıdaki 1.9 nolu formül yazılabilir.

$$E(C_1) = \sum_{m=1}^k E(Y_m) + \sum_{r=1}^s E(Z_r) - \sum_{p=1}^e E(V_p) \quad (1.9)$$

- 3) Eğer mevcut hurda değer defter değerinden daha düşük bir değere satılırsa aşağıdaki formül yazılabilir.

$$E(C_1) = \sum_{m=1}^k E(Y_m) + \sum_{r=1}^s E(Z_r) + \sum_{p=1}^e E(V_p) \quad (1.10)$$

Bunlarla ilgili varyanslar bağımlılık ve bağımsızlık durumlarına göre 1.6 ve 1.7 nolu formüllere göre hesaplanabilmektedir.

1.3.2. Nakit Girişleri ve Tahmini

Bir yatırım projesinin ekonomik ve mali etütlerinde, projenin nakit girişlerinin tahmini önemlidir. Yatırım projesinin nakit girişlerinin tahmin edilmesi ise geleceğin belirsiz olması ve nakit girişini etkileyen unsurların değişken ve çok olmasından dolayı zordur. Ayrıca yatırım projesinin ekonomik ömrünün uzun olması da, nakit girişlerinin tahmin edilmesinde güçlük yaratan başka bir faktördür. Genel olarak projeye ait nakit girişleri şöyle sıralanabilir:

- Nakit satışlar,
- Alacaklılardan yapılan tahsilat,
- Kira gelirleri,
- Vergi ve teşvikler sayesinde sağlanan nakit girişleri,
- Amortisman ve tükenme payları,
- Sabit varlıklara ait satış geliri,
- Nakit çıkışı gerektirmeyen amortismanın nakit girişlerine ilavesi,
- Diğer nakit girişleri ve maliyetteki tasarruflar.

1.3.2.1. Faaliyetlerden Doğan Nakit Girişlerinin Tahmini

Bir yatırım projesinin nakit girişleri esas itibariyle projenin ekonomik ömrü boyunca mal ve hizmet satışından elde ettiği satış gelirlerinden oluşur³². Bunun yanı sıra firmanın ekonomik ve rekabet koşulları doğrultusunda oluşturduğu satış politikaları, alacak tahsilat politikaları, vergi avantajları, amortisman ve tükenme payları da projenin nakit girişini etkileyen unsurlardır.

Bir yatırım projesinden sağlanabilecek nakit girişleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir³³:

³² William Beranek, *Analysis for Financial Decisions*, Illinois: Richard D. Irwin. Inc., 1963, s. 493.

³³ Okka, *Mühendislik Ekonomisi*, s. 188.
Pakdemirli, a.g.e., s. 73.

Tablo1.4: Nakit Girişlerini Oluşturan Kalemler

	YILLAR			
	1	2		n
Satış (hasılat) Tutarı, net (ST)				
(-) <u>Satılan Malın Maliyeti (SMM) :</u>				
Direkt İşçilik				
Direkt Hammadde				
Genel İmal Giderleri(GİG)				
(Amortisman hariç)				
Gayri Safi Faaliyet Karı				
(-) <u>Dönem Giderleri :</u>				
Yönetim				
Pazarlama				
Araştırma - Geliştirme (AR-GE)				
Amortisman, Faiz, Teşvik ve				
Vergiden Önceki Kar (AFTVÖK)				
(-) Amortismanlar				
(-) Faizler				
(-) Teşvikler				
Vergiden Önceki Kar VÖK)				
(-) Vergi				
Net Kar (NK)				
(+) Projenin Sağladığı Diğer Nakit				
Girişleri, Net (DNG)				
(-) Projenin Sebep Olduğu Diğer				
Nakit Çıkışları, net (DNÇ)				
Toplam Kar				
(+) Amortismanlar				
(+) Teşvikler				
(+) Faizler				
(Faizlerin ödendiği dönemde ilave edilmez)				
(-) Ana Para Ödemeleri				
Net Nakit Girişleri				

Yukarıdaki tabloda nakit girişlerini oluşturan her bir unsurun (belirlilik şartlarına sahip değilse) bir kısmı bağımlı bir kısmı da bağımsız tesadüfi değişken özelliği gösterebilir

Bu durumda bunların bugünkü değerlerini şöyle yazabiliriz.

$$E(BD) = \frac{E(F_1)}{(1+i)^1} + \frac{E(F_2)}{(1+i)^2} + \dots + \frac{E(F_n)}{(1+i)^n} \quad (1.11)$$

$$\text{Var}(BD) = \frac{\text{Var}(F_1)}{(1+i)^2} + \frac{\text{Var}(F_2)}{(1+i)^4} + \dots + \frac{\text{Var}(F_n)}{(1+i)^{2n}} \quad (1.12)$$

Burada F'ler nakit girişlerini göstermektedir.

Biz proje değerlendirmede temel metod olan “Net Bugünkü Değer (NBD)” metodunu kullanacağız. Bu durumda riskli bir projeye ait nakit akımları, nakit akımlarının normal dağıldığı ve bağımsız olduğu varsayımı altında şöyle yazılabilir:

$$E(NBD) = -E(C) + E(BD) \quad (1.13)$$

$$\text{Var}(NBD) = \text{Var}(C) + \text{Var}(BD) \quad (1.14)$$

$E(C_1)$ formülü 1.4 nolu formülde verilmişti. Bu formülü kullanarak aşağıdaki formülü yeniden düzenleyebiliriz.

$$E(NBD) = -\left[\sum Y_m + \sum E(Z)\right] + \left[\frac{E(F_1)}{(1+i)^1} + \frac{E(F_2)}{(1+i)^2} + \dots + \frac{E(F_n)}{(1+i)^n}\right] \quad (1.15)$$

$$\text{Var}(NBD) = [\text{Var}(Y_m) + \text{Var}(Z)] + \frac{\text{Var}(F_1)}{(1+i)^2} + \frac{\text{Var}(F_2)}{(1+i)^4} + \dots + \frac{\text{Var}(F_n)}{(1+i)^{2n}} \quad (1.16)$$

yazılabilir.

Eğer yatırım birden çok yıla tekabül etmiş ve yatırım tutarının t_0 değeri hesap edilmişse bu taktirde 1.3 ve 1.4 nolu formülle şöyle yazılabilir:

$$E(C_1) = Y_{n-1}(1+i)^{n-1} + Y_{n-2}(1+i)^{n-2} + \dots + Y_1(1+i) + Y + E(Z_{n-1})(1+i)^{n-1} + E(Z_{n-2})(1+i)^{n-2} + \dots + E(Z_1)(1+i) + E(Z) \quad (1.17)$$

$$\text{Var}(C_1) = 0 + \text{Var}(Z_{n-1})(1+i)^{2(n-1)} + \text{Var}(Z_{n-2})(1+i)^{2(n-2)} + \dots + \text{Var}(Z_1)(1+i)^2 + \text{Var}(Z) \quad (1.18)$$

Bu durumda 1.15 ve 1.16 nolu formüllerde Y_m ve $E(Z_r)$ yerlerine 1.17 ve 1.18 nolu formüller ikame edilerek 1.15 ve 1.16 nolu formüller yeniden yazılabilir. Şöyle ki;

$$E(NBD) = \left[(Y_{n-1}(1+i)^{n-1} + Y_{n-2}(1+i)^{n-2} + \dots + Y_1(1+i) + Y) + (E(Z_{n-1})(1+i)^{n-1} + E(Z_{n-2})(1+i)^{n-2} + \dots + E(Z_1)(1+i) + E(Z)) \right] + \left[\frac{E(F_1)}{(1+i)^1} + \frac{E(F_2)}{(1+i)^2} + \dots + \frac{E(F_n)}{(1+i)^n} \right] \quad (1.19)$$

$$\text{Var}(NBD) = \left[(0) + (\text{Var}(Z_{n-1})(1+i)^{2(n-1)} + \text{Var}(Z_{n-2})(1+i)^{2(n-2)} + \dots + \text{Var}(Z_1)(1+i)^2 + \text{Var}(Z)) \right] + \left[\frac{\text{Var}(F_1)}{(1+i)^2} + \frac{\text{Var}(F_2)}{(1+i)^4} + \dots + \frac{\text{Var}(F_n)}{(1+i)^{2n}} \right] \quad (1.20)$$

şeklinde olur.

1.3.3. Sermaye Maliyeti

Bir yatırımcı için alternatif yatırım kararlarının çok olması ve bunların arasından seçim yapmanın zor olmasının yanında, optimum yatırım için uygun koşullarda finansman sağlanması da oldukça güçtür. Sermaye maliyeti yatırım projelerine ait “karar noktası”dır³⁴.

Firma yatırıma karar verdiği bir projenin nakit girişlerini ve nakit çıkışlarını hesaplarken yatırım projesinin sermaye maliyeti ile projeye ait NBD’yi hesaplayacaktır. Buradaki sermaye maliyeti bir yatırım kararı alınırken yatırımcının projeden beklediği kabul edilebilir en düşük getiri oranıdır³⁵.

Bir yatırım projesinin kabul edilebilmesi için projeden beklenen minimum getirinin sermaye maliyetinden büyük olması gerekir³⁶. Bu nedenle sermaye maliyeti bir yatırım projesinin verimliliğinin ölçülmesinde kriter olmaktadır. Eğer projeye ait nakit akımları öngörülen sermaye maliyeti üzerinden iskontoya tabi tutulduğunda $NBD > 0$ ise bu yatırım projesi kabul edilecektir aksi halde bu yatırım projesi red edilecektir³⁷.

Firmalar için piyasada belirlilik veya belirsizlik durumu mevcuttur. Eğer piyasada belirlilik şartları mevcut ise yatırım için sermaye maliyeti belirlidir. Bu durumda beklenen % i oranı projenin analizinde sermaye maliyeti olarak kullanılır.

Belirsizlik durumunda %i sermaye maliyetinin tahmin edilmesi gerekir. Çünkü sermaye maliyeti bir tesadüfi değişken olmuştur. Biz bu çalışmamızda sermaye maliyetinin belirli olduğunu ve tesadüfi değişken olmadığını kabul etmekteyiz.

1.3.4. Ekonomik Ömür

³⁴ Rene M. Stulz, “What’s Wrong with Modern Capital Budgeting”, www.itpapers.com, 1999, s. 7. (14/06/2002)

³⁵ Franco Modigliani ve Merton Miller, “The Cost of Capital, Corporation Finance, and The Theory of Investment”, *The Theory of Business Finance: A Book of Readings*, Derleyen: Stephen H. Archer ve Charles A. D’ambrosio, New York: The Macmillan Company, 1967, s. 127.

³⁶ Weston ve Copeland, s. 608.

1.3.4. Ekonomik Ömür

Bir yatırım projesinin ekonomik ömrü projeye ait yıllık eşdeğer maliyetinin (YEM) minimum veya yıllık eşdeğer net hasılatının (YENH) maksimum olduğu zaman aralığı olarak ifade edilebilir. Bu nedenle bir yatırım projesinin ekonomik ömrü minimum maliyet ömrü veya optimum yenileme aralığı olarak da adlandırılabilir³⁸.

Genel olarak bir sabit yatırım projesinin üç türlü ömrü vardır³⁹:

- a) Ekonomik Ömür: Sabit yatırımın ekonomik anlamda faydalı olarak firmada kullanılabileceği süreyi ifade eder. Yani YEM'in minimum veya YENH'nın maksimum olduğu yıl sayısıdır.
- b) Fiziki Ömür: Firmada sabit bir yatırımın faaliyet sürecinde kullanılmaya başlandığı andan itibaren faaliyet sürecinden çıktığı ana kadar geçen süreyi ifade eder.
- c) Sahiplik Ömrü: Sabit bir yatırımın firmanın veya kişinin mülkiyetinde kaldığı süreyi ifade eder. Yani bir sabit yatırımın elde edilmesi ile elden çıkarılması arasında geçen süredir.

Projelerin analizinde sadece ekonomik ömür analizler de esas alınabilir. Ekonomik ömür de bir tesadüfi değişkendir. Analizleri basitleştirmek için bu çalışmada ekonomik ömür belirlilik şartları altında tespit edilmiş varsayılmıştır.

1.3.5. Hurda Değer

Hurda değer, bir sabit yatırımın ekonomik ömrünü tamamladıktan sonra yani firmanın faaliyetlerinde kullanılmayıp servise çekildikten sonra ifade ettiği piyasa değeridir.

³⁷ Van Horne, s. 143.

³⁸ Osman Okka, *Riskli Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi*, Konya: S.Ü. Müh. Mim. Fak. Yay. No: 8, 1982, s. 15.

Hüseyin Şahin, *Yatırım Projeleri Analizi*, Bursa: Ezgi Kitabevi, 1998, s. 142.

³⁹ Emin Kahya, *Mühendislik Ekonomisi*, Eskişehir: TEKAM Yayınları, 1999, s. 272.

Hurda değeri, bir yatırım projesi bazında firma için nakit girişini ifade eder. Bazı yatırım projelerinde hurda değerin büyük miktarlarda olması ve bunun yatırım kararlarına yansıtılması optimal yatırım portföyünün tespit edilmesinde güçlük meydana getirmektedir.

Bu çalışmada hurda değerin belirlilik şartları altında oluştuğu ve yatırım kararını etkileyecek kadar büyük miktarlarda olmadığı varsayılmıştır.

Buraya kadar bir projeye ait parametrelerin hesaplanması ele alınmıştır. İkinci bölümde belirsizlik şartları altında klasik metodlar kullanılarak yatırım projelerinde riskin ölçülmesi incelenecektir.



İKİNCİ BÖLÜM

BELİRSİZLİK ŞARTLARI ALTINDA YATIRIM PROJELERİNDE KLASİK METODLAR KULLANILARAK RİSKİN ÖLÇÜLMESİ

2.1. PROJE DEĞERLENDİRME VE KLASİK METODLAR

Proje değerlendirilmesi; bir yatırım projesinden elde edilecek nakit akımlarının sağladığı faydanın belirlenerek, alternatif yatırım projelerinin karşılaştırılması ve firma için ilgili yatırımın cazip olup olmadığının tespit edilmesidir⁴⁰.

Alternatif yatırım projeleri arasında seçim yapılma aşamasında mevcut projelerin risklilik açısından değerlendirilmesi gerekir. Ayrıca tek bir projenin de risklilik açısından değerlendirilmesi mümkündür.

Risk durumunda projenin nakit akımlarına ait geçmiş veriler mevcuttur ve risk bu verilere göre belirlenmektedir. Bayesian Okula göre olasılıklar sübjektif olarak belirlenebilir ve riskin ölçülmesi yine istatistiki metodlara göre yapılır. Bu konuyu gelecek bölümlerde ele almaya çalışacağız. Belirsizlik durumunda ise olaylara ait olasılıkların da tahmini yapılamamaktadır. Bu sebeple belirsizlik şartlarında nakit akımlarının tespiti ve değerlendirme yapılabilmesi için metodlar geliştirilmiştir⁴¹. Literatürde risk ve belirsizlik kavramları birbirleri yerine kullanılmaktadır.

⁴⁰ William F. Sharpe, Gordon J. Alexander, Jeffery V. Bailey, *Investment*, New-Jersey: Prentice-Hall Inc., 1999, s, 517.

⁴¹ Okka, *Mühendislik Ekonomisi*, s, 322.

Proje değerlendirilmesinde risk ölçümünde kullanılan klasik metodlar şunlardır:

- Sezgisel değerlendirme metodu,
- İyimserlik-kötümserlik metodu,
- Duyarlılık analizleri,
- Başabaş noktası analizi,
- Riskin iskonto edilmesi metodu,
- Oyun teorisi,
- Belirsizlik halinde kullanılan diğer kriterler.

Bir projenin değerlendirilmesinde bu metodların sadece bir tanesi kullanılabileceği gibi aynı anda birden fazla metot da kullanılabilir.

2.1.1. Sezgisel Değerleme Metodu

Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde riskin ölçülmesi yöntemi olarak kullanılan en yaygın metotlardan birisi sezgisel değerlendirme metodudur. Bu metoda göre yatırım yapacak kişi ve kuruluş geçmiş tecrübelerine ve sezgilerine göre hareket eder. Yani yatırımın kabul ve ret kararı parametrelerin sayısal tespit ve tahminlerinden öte, tecrübeler ve kanaatlere göre verilir.

Pratik hayatta firma sahipleri, analistlere gerekli tahminleri yaptırırsalar dahi çoğunlukta kendi görüş ve tecrübelerine dayanan öngörülerini ön plana alırlar ve projelerin riskli olup olmadıklarını kendi bilgi ve tecrübelerine göre değerlendirirler ve ona göre kabul veya ret ederler⁴².

Bu konuyu bir örnekle açıklayalım:

⁴² John R. Canada, *Intermediate Economic Analysis for Management and Engineering*, N.J.: Prentice-Hall Inc., 1971, s. 216.

Beta firması geçmişte MAN marka tırları kullanmıştır ve memnundur. Diğer marka tırları beğenmemiştir. Tecrübelerine binaen bu kanıya vardığı gibi bir duyum sebebiyle de bu kanıya varmış olabilir. Sezgisel metoda göre alacağı yeni tırları yine MAN marka seçecektir. Burada rakamsal bir analiz değil sezgisel davranışlar, duyumlar, kanaatler ön plandadır ve kararda hakim olmaktadır. Yani karar, yatırımcının kişisel sezgilerine bağlıdır.

2.1.2. İyimserlik-Kötümserlik Metodu

Bu metoda göre bir yatırım projesinin belirsizlik şartları altında tahmin edilmiş olan parametreleri iyimser (optimistic), muhtemel ve kötümser (pessimistic) bir yaklaşımla analize tabi tutularak her üç şekilde değerlendirmenin yatırım projesi üzerine ve firmanın karlılığına ne gibi etkileri olacağı incelenmeye çalışılır⁴³.

Ancak iki önemli sorun vardır. Birincisi hangi veriler iyimser görüşe göre değerlendirilecek, hangi veriler kötümser görüşe göre değerlendirilecektir. İkincisi ise yatırımcının iyimserlik ve kötümserlik duygularının derecesi nasıldır?

Bu iki sorun da, yatırım projesinin özelliğine ve bu değerlendirmeyi yapacak olan kişinin sübjektif davranışına göre değişiklik gösterecektir.

Bu metotta riskin derecesi, büyüklüğü tahminlerini yapan kişinin görüşüne bağlıdır⁴⁴.

İyimserlik ve kötümserlik metoduna göre aşağıdaki M projesi ele alınsın. M projesine ait parametrelerin beklenen değerleri hesap edilsin. Sonra % 5 iyimser ve % 5 kötümser bir şekilde olayların gelişeceği düşünülerek veriler yeniden tahmin edilsin:

⁴³ Okka, *Mühendislik Ekonomisi*, s. 439.

⁴⁴ White ve diğerleri, a.g.e, s, 430.

	Tahmin Edilen Durum		
	İyimser	Beklenen	Kötümser
Yatırım tutarı	10.000.000	10.000.000	10.000.000
Ekonomik ömür	17 yıl	15 yıl	6 yıl
Hurda değer	2.000.000	2.000.000	2.000.000
Yıllık hasılat	6.000.000	5.000.000	4.500.000
Yıllık harcamalar	2.200.000	2.200.000	2.400.000
Faiz oranı	% 25	% 25	% 25
E(NBD) ^(***)	4.902.762 TL	876.304 TL	-2.687.436 TL

Bu metoda göre M projesi E(NBD)'sinin muhtemel değeri 876.304 TL olduğu için kabul edilmelidir. Sonuçlardaki $\pm$ %5 sapma NBD'yi -2,6 milyon TL ile +4,9 milyon TL arasında değiştirecektir. M projesinin riskli bir proje görünümüne sahip olduğu anlaşılmaktadır.

(***) Beklenen net bugünkü değerlerin her üç duruma göre hesaplanması şöyle yapılmıştır:
Projenin iyimser tahmine göre;

$$E(NBD) = -10.000.000 + 6.000.000 \frac{(1+0,25)^{17} - 1}{(1+0,25)^{17} \cdot 0,25} - 2.200.000 \frac{(1+0,25)^{17} - 1}{(1+0,25)^{17} \cdot 0,25} + \frac{2.000.000}{(1+0,25)^{17}}$$

$$= 4.902.762 \text{ TL,}$$

Beklenen tahmine göre;

$$E(NBD) = -10.000.000 + 5.000.000 \frac{(1+0,25)^{15} - 1}{(1+0,25)^{15} \cdot 0,25} - 2.200.000 \frac{(1+0,25)^{15} - 1}{(1+0,25)^{15} \cdot 0,25} + \frac{2.000.000}{(1+0,25)^{15}}$$

$$= 876.304 \text{ TL,}$$

Kötümser tahmine göre,

$$E(NBD) = -10.000.000 + 4.500.000 \frac{(1+0,25)^6 - 1}{(1+0,25)^6 \cdot 0,25} - 2.200.000 \frac{(1+0,25)^6 - 1}{(1+0,25)^6 \cdot 0,25} + \frac{2.000.000}{(1+0,25)^6}$$

$$= -2.687.436 \text{ TL olarak bulunur.}$$

2.1.3. Duyarlılık Analizleri

Bir yatırım projesine ait parametrelerdeki değişkenliğin sonuçlara etkisi duyarlılık analizi ile belirlenir. Yani duyarlılık analizi ile bir yatırım projesine ait parametrelerin, proje nakit akımlarını ve projenin beklenen getirisini hangi yönde ve hangi ölçüde etkileyeceği ve yatırım projesinin risklere karşı ne kadar duyarlı olduğu incelenmeye çalışılır⁴⁵.

Duyarlılık analizinde “bu kararda farklı ne olabilir?” sorusuna cevap bulunmaya çalışılır. Ancak karar analizi için duyarlılık analizi optimal bir çözüm değildir⁴⁶.

Bir firmanın faaliyetleri ile ilgili olan; satış fiyatı, satış miktarı ve hammadde maliyeti firmanın nakit akımlarının net bugünkü değerinin hesap edilmesinde etkili rol oynar⁴⁷. Bu nedenle satış fiyatı ve miktarı veya maliyetlerde meydana gelen bir değişimin firmanın nakit akımlarının net bugünkü değerinin hangi ölçüde değiştirdiğini ve içerdiği riskin ölçülmesini yatırımcılar görmek isteyeceklerdir⁴⁸.

Duyarlılık analizinde, yatırım parametreleri değerleri değiştirilerek model kurulur ve gerekli duyarlılıklar hesaplanır.

Mesela diğer bütün parametreler sabit iken projenin getirisinde % α büyüklüğünde bir sapma olabileceği tahmin ediliyorsa bugünkü değerin nasıl etkilendiğini yani duyarlılığını şu formülle hesaplayabiliriz⁴⁹:

$$NBD_{\alpha} = -c + \sum_{n=1}^k \frac{\alpha F_n}{(1+i)^n} \quad n=1, 2, 3, \dots, k \quad (2.1)$$

⁴⁵ F. J. Gould, Gary D. Eppen ve Charles Schmidt, **Quantitative Concepts for Management**, 3. Bası, New-Jersey: Prentice-Hall Inc. 1988, s. 509.

⁴⁶ Osman Halaç, **Kantitatif Karar Verme Teknikleri**, 4. Bası, İstanbul: Alfa Basım Yay., 1983, s. 59.

Robert T Clemen, **Making Hard Decision**, Boston: Duxbury Press, 1996, s. 157.

⁴⁷ Jae K. Shim, Joel G. Siegel, **Managerial Accounting**, New York: McGraw-Hill, Schaum's Outline Series, 1984, s. 54.

⁴⁸ Degarmo ve diğerleri. a.g.e., s. 169.

⁴⁹ Haim Levy ve Marshall Sarnat, **Capital Investment and Financial Decisions**, 3. Bası, New Jersey: Prentice-Hall Inc. 1986, s. 259.

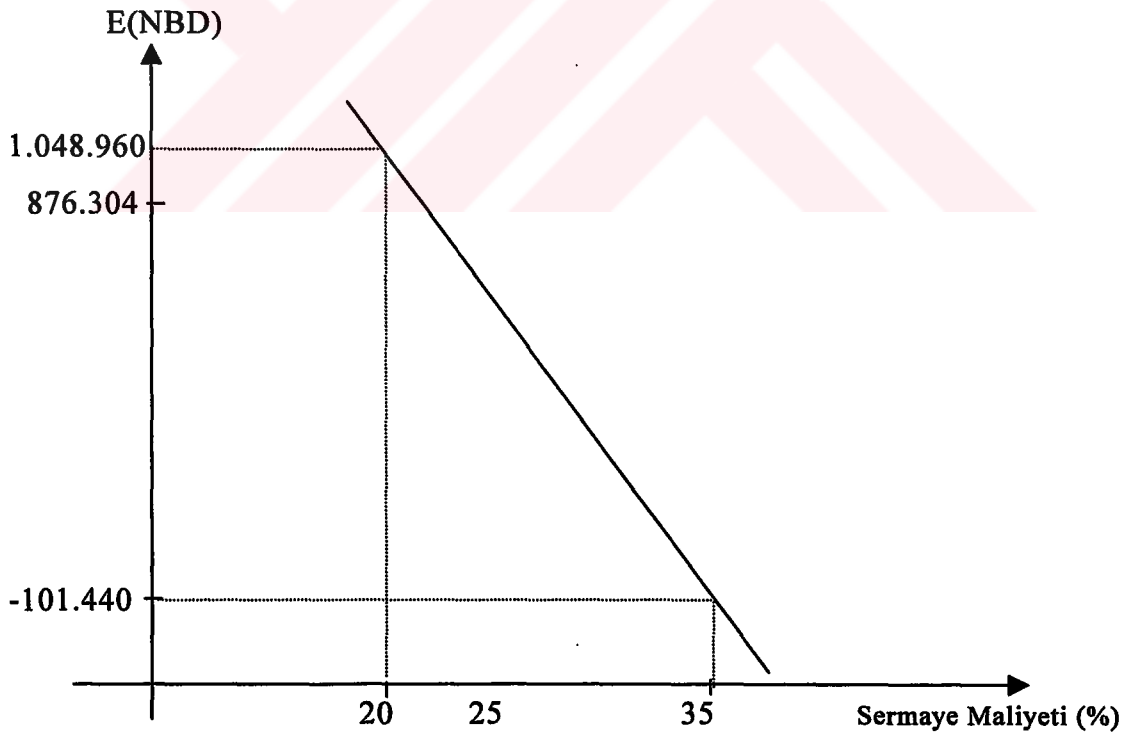
Burada NBD_α α 'nın lineer fonksiyonu olduğundan dolayı formül;

$$NBD_\alpha = -c + \alpha \sum_{n=1}^k \frac{F_n}{(1+i)^n} \quad (2.2)$$

olarak yazılabilir.

Bu kez 28. Sayfadaki M projesi ele alınsın. M projesinin beklenen $E(NBD)$ 'si 876.304 TL olarak bulunmuştu. Biz belirsizlik ortamında faiz oranında % 25'den % 35'e bir artış olacağını tahmin edelim. Bu durumda $E(NBD)=-101.440$ TL. olarak değişecektir.

Bunun tersi durumda, varsayalım ki M yatırım projesinin bulunduğu şartlar gereği faiz oranlarının da % 20'e düşeceği göz önüne alınırsa, $E(NBD)=+1.048.960$ TL olarak değişecektir.



Şekil 2.1: Sermaye maliyetine göre yatırımın duyarlılık grafiği

2.1.4. Başabaş Noktası Analizi

Başabaş noktası analizleri yatırım projesini oluşturan parametrelerin bir tanesinin belirsiz olduğu durumlarda veya projeyi riskli hale getirebilecek değerlerin tespit edilmesinde kullanılır⁵⁰. Ancak bu metotta riskin derecesini bütünüyle belirlemek imkanı kısıtlıdır⁵¹.

Başabaş noktası metodunun daha anlaşılabilir olması için M projesi ile ilgili örneğe devam edelim. M projesi ile ilgili bilgiler şöyle idi:

Yatırım tutarı:	10.000.000 TL
Ekonomik Ömrü:	15 yıl
Hurda değeri:	2.000.000 TL
Yıllık hasılatı:	5.000.000 TL
Yıllık harcaması:	2.200.000 TL
Sermaye Maliyeti:	% 25

Yukarıdaki bilgilere göre M projesinin $NBD = 0$ yapan yani başabaş noktasındaki ekonomik ömrü aşağıdaki gibi hesaplanır:

⁵⁰ Charles A. Holloway, **Decision Making Under Uncertainty: Models and Choices**, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1979, s. 358.

Okka, **Mühendislik Ekonomisi**, s. 441.

⁵¹ Arman T. Tevfik, **Risk Analizine Giriş**, İstanbul: Alfa, 1997, s. 9

Yıllar	Nakit Akımları	(P/F, 0,25) Faktörü	Bugünkü Değerler	Net Bugünkü Değer
0	-10.000.000	---	10.000.000	-10.000.000
1	+2.800.000	0,8000	2.240.000	-7.760.000
2	2.800.000	0,6400	1.792.000	-5.968.000
3	2.800.000	0,5120	1.433.600	-4.534.400
4	2.800.000	0,4096	1.146.880	-3.387.520
5	2.800.000	0,3277	917.560	-2.469.960
6	2.800.000	0,2621	733.880	-1.736.080
7	2.800.000	0,2097	587.160	-1.148.920
8	2.800.000	0,1678	469.840	-679.080
9	2.800.000	0,1342	375.760	-303.320
10	2.800.000	0,1074	300.720	-2.600
11	2.800.000	0,0859	240.520	+237.920
12	2.800.000	0,0687	192.360	+430.280
13	2.800.000	0,0550	154.000	+584.000
14	2.800.000	0,0440	123.200	+707.480
15	4.800.000	0,0352	168.960	+876.440

Yukarıdaki hesaplara göre bu projenin NBD'sini sıfır yapan ekonomik ömrü yaklaşık 10 yıldır. Yani bu yatırım projesi 10. yılda kara geçebilmektedir.

Bu firmanın belirsizlik altında başabaş noktası için her yıl elde edilmesi gereken hasılat miktarı (A)⁵²;

$$A = 10.000.000 \frac{(1+0,25)^{15} \cdot 0,25}{(1+0,25)^{15} - 1} - 2.000.000 \frac{0,25}{(1+0,25)^{15} - 1}$$

$$= 2.572.960 \text{ TL dir.}$$

⁵² Okka, Mühendislik Ekonomisi, s, 113.

Burada firmanın başabaş noktasına ulaşmasını sağlayan gerekli yatırım tutarının bilinmesi de istenebilir. Buna göre;

$$C = (5.000.000 - 2.200.000) \frac{(1 + 0,25)^{15} \cdot 0,25}{(1 + 0,25)^{15} - 1} + 2.000.000 \frac{0,25}{(1 + 0,25)^{15} - 1}$$

$$= 10.875.600 \text{ TL}$$

2.1.5. Riskin İskonto Edilmesi Metodu

Risk ve getiri bir yatırım projesinin birbirini izleyen unsurlarıdır. Yatırım projeleri için belirsizlik yani risk arttıkça, beklenen getiri de artacaktır. Çünkü yüksek derecede riske katlanmak aynı derecede getiriye elde etme beklentisini ortaya çıkarmaktadır.

Genel olarak bu metot firma bazında daha yüksek risk, daha yüksek getiri düşüncesine göre, yatırım projesinin sermaye maliyeti üzerine bir risk primi ilave edilerek bulunan yeni değer üzerinden projenin yeniden değerlendirilmesi esasına dayanır⁵³.

Buradaki esas nokta sermaye maliyetine eklenecek risk priminin miktarının ne olacağıdır. Çünkü hangi derecedeki bir risk karşılığında ne kadarlık bir risk priminin ekleneceğinin belirlenmesinde objektif bir ölçü yoktur. Bu nedenle buradaki ölçü subjektiftir. Bu ise yatırım için bir belirsizlik ortamıdır.

Düşük miktardaki ilave edilecek bir risk primi yatırımın karlılığının beklenenden çok olmasına ve karlı olmayan yatırımların kabul edilmesine neden olacaktır. Tersisi durumda ise yüksek risk primi ilave edildiğinde muhtemelen kabul edilebilecek bir yatırım projesinin red edilmesine neden olabilecektir⁵⁴.

⁵³ William C. Guenther, *Concepts of Statistical Inference*, New York: McGraw-Hill, 1973, s. 76.

Canada, a.g.e, s. 225.

⁵⁴ Kutluhan Savaş Ökte, "Risk Primi", *Para ve Finans Ansiklopedisi*, Der: Deniz Gökçe, İstanbul: Creative Yayıncılık, 1996, s. 1348.

Risk primi ilave edilerek yeniden düzenlenmiş olan iskonto oranı şöyle ifade edilebilir⁵⁵:

$$i_r = R_f + z + \alpha \quad (2.3)$$

Burada,

i_r = Riske göre düzeltilmiş iskonto oranı,

R_f = Risksiz faiz oranı

z = Firmanın taşıdığı normal risk primi

α = Yatırım projesinin firma riskinden farklı olarak taşıdığı risk için ek prim

Bir yatırım projesinin sağlayacağı nakit girişlerinin belirsizlik altında riske göre düzeltilmesi gerekir. Eğer bir yatırım projesinden beklenen risk oranı α_n ile ifade edilirse;

$$\begin{aligned} \text{NBD} = & -c + \frac{F_1(1-\alpha_1)}{(1+i)^1} + \frac{F_2(1-\alpha_2)}{(1+i)^2} + \frac{F_3(1-\alpha_3)}{(1+i)^3} + \dots + \\ & \frac{F_n(1-\alpha_n)}{(1+i)^n} + \frac{H_n(1-\alpha_n)}{(1+i)^n} \quad n=1, 2, 3, \dots, k \end{aligned} \quad (2.4)$$

veya

$$\text{NBD} = \sum_{n=1}^k \frac{F_n(1-\alpha_n)}{(1+i)^n} - c \quad (2.5)$$

şeklinde olur.

Eğer $\alpha = \% 80, 90\ldots$ gibi gerçekleşecek kazanç olarak kabul edilirse bu kez 2.4 nolu formül 2.6 nolu formül haline dönüşür.

⁵⁵ H. Martin Weingartner, **Mathematical Programming and The Analysis Of Capital Budgeting Problems**, Chicago: Markham Pub. Co., 1967, s, 165.

$$E(NBD) = -c + \sum_{n=1}^k \frac{\alpha F_n}{(1+i)^n} \quad n=1, 2, 3, \dots, k \quad (2.6)$$

2.1.6. Oyun Teorisi

Oyun teorisi ilk olarak 1921 yılında Fransız Matematikçi Emil Borel tarafından ortaya atılmıştır. Ancak bu tekniğin günümüzde kullanılan şekilde geliştirilmesi John Von Neumann tarafından gerçekleştirilmiştir⁵⁶.

Oyun teorisi satın alma politikalarının tespit edilmesi, teklif verme politikalarının tespit edilmesi, alternatif mamüller arasında seçim yapılması, fiyatlandırma, üretim programlaması, pazarlama stratejilerinin belirlenmesinde ve sermaye yatırımlarının planlanmasında kullanılır. Birden fazla yatırımcı değişik alternatifler arasında, birbirlerinin alacağı pozisyona göre karar verirken oyun teorisinden faydalanırlar. Burada yatırımcının amacı, alternatif yatırım kararları arasında kendisi için en uygun olanını bulmaktır. Bu seçimde ise yatırımın nakit akımı esas alınır⁵⁷.

Bir yatırım projesi ile ilgili oyunlarda aşağıda sayılan özelliklerin bulunması gerekir⁵⁸:

- a) Her karar vericinin oyunda belli sayıda alternatifi mevcuttur.
- b) Her karar verici rakiplerinin stratejilerini bilmeli ve rasyonel hareket etmelidir.
- c) Her karar vericiye ait kazanç ve kayıplar matriste gösterilmelidir.

Her karar verici yatırım projesi ile ilgili oyunda muhtemel kazanç ve kayıpları bilmektedir.

⁵⁶ Richard Bronson, *Theory and Problems of Operations Research*, New York: McGraw-Hill, Schaum's Outline Series, 1982, s. 184.

⁵⁷ David R. Anderson, Dennis J. Sweeney, Thomas A. Williams, *An Introduction to Management Science Quantitative Approaches to Decision Making*, St. Paul: West Pub. Co., 1991, s. 16.

⁵⁸ Okka, *Mühendislik Ekonomisi*, s. 447.

Belirsizlik altında yatırım projesi ile ilgili karar aşamasında birden fazla karar verici bulunur ve bunlar karşılıklı rekabet halindedirler⁵⁹.

Bu rakiplerin seçeceği alternatif yatırımların kombinasyonu ile karar matrisi elde edilir. Karar matrisi elde edilen bir yatırımcının diğer bütün yatırım grubunu tek bir yatırımcı olarak göreceğini kabul ederek karar matrisi şöyle elde edilir⁶⁰.

		B Oyuncusu (Firması)					
		Strateji	B ₁	B ₂	B ₃		B _n
A Oyuncusu (Firması)	A ₁	P_{11}	P_{12}	P_{13}	.....	P_{1n}	
	A ₂	P_{21}	P_{22}	P_{23}	.....	P_{2n}	
	A ₃	P_{31}	P_{32}	P_{33}	.....	P_{3n}	
							
	A _m	P_{m1}	P_{m2}	P_{m3}		P_{mn}	

İki kişiden oluşan oyunlarda bir rakibin kazancı diğer bir rakibin kaybı demektir. Bu nedenle iki rakip firma veya projenin bir tanesinin davranışına göre diğeri alternatif bir davranışta bulunacaktır.

Bir yatırım projesi ile ilgili oyuna katılan karar verici A ve B firmaları olsun. Burada A firmasının m tane B firmasının da n tane stratejisi bulunsun. Burada A firmasının kazancı B firmasının kaybı demektir.

Matristen anlaşıldığı üzere eğer A firması i stratejisini uygular ve B firması da j stratejisini uygularsa A firmasının bu oyundaki kazancı a_{ij} dir. Bu ise B firmasının kazancının $(- a_{ij})$ olması demektir⁶¹.

⁵⁹ Joseph G. Monks, **Operations Management**, New York: McGraw-Hill Inc., 1987, s. 41.

⁶⁰ Edward G. Bennion, "Capital Budgeting and Game Theory", **The Theory of Business Finance: A Book of Readings**, Derleyen: Stephen H. Archer ve Charles A. D'ambrosio, New York: The Macmillan Company, 1967, s. 492.

⁶¹ Hamdy A. Taha, **Yöneylem Araştırması, 6. Basımdan Çeviri**, Çev: Ş.Alp Baray ve Şakir Esnaf, İstanbul: Literatür Yayıncılık, 2000, s. 545.

Bu oyunda A firmasının bütün stratejilerinin olasılıkları toplamı 1'e eşittir. m stratejisi için olasılıklar setini ($i = 1, 2, 3, \dots, m$) olarak ifade edersek⁶²;

$$\sum_{i=1}^m x_i = 1 \text{ ve } x_i \geq 0 \quad (2.7)$$

yazılabilir. Buna göre eğer B firması B_1 stratejisini seçerek oyuna devam ederse A firmasının beklenen kazancı;

$$P_{11} x_1 + P_{21} x_2 + \dots + P_{m1} x_m$$

olacaktır. O halde B firmasının vereceği bir stratejisi için A firmasının beklenen nakit akımları şöyle ifade edilebilir⁶³:

$$\begin{aligned} &P_{11} x_1 + P_{21} x_2 + \dots + P_{m1} x_m \\ &P_{12} x_1 + P_{22} x_2 + \dots + P_{m2} x_m \\ &\dots\dots\dots \\ &P_{1n} x_1 + P_{2n} x_2 + \dots + P_{mn} x_m \end{aligned} \quad (2.8)$$

Burada A firması belli miktarda kazanç sağlarken, B firması için de bu, aynı miktarda kayıp olacağından oynanan bir oyunda kazanç ve kayıpların toplamı sıfıra eşittir.

A ve B firmaları petrol şirketleridir. Yatırımcıya alternatif seçenekler sunmaktadırlar. A firması yatırımcıya petrol istasyon (A_1), enerji gideri (A_2) ve ücretsiz nakliye (A_3) seçeneklerini sunmaktadır. B firması ise nakliye arası (B_1), uzun vade imkanı (B_2), istasyon (B_3) ve promosyon ürünleri (B_4) seçenekleri sunulmaktadır. Burada A ve B firması rakip firmadır. Bu firmaların alternatif seçeneklerini gösteren matris şöyledir:

⁶² Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman, *Introduction to Operations Research*, California: Holden Day Inc., 1974, s, 280.

		B Firması				
Strateji		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Satır min.
A Firması	A ₁	7	-1	8	-2	-2
	A ₂	5	4	5	7	4
	A ₃	-1	3	-8	4	-8
	Sütun maks.	7	4	8	7	
		Minimaks				

Bu oyunun çözümü; firmalara her halükarda bir kazanç sağlamayı garanti eder. Eğer A firması A₁ stratejisini seçerse B firması ne yaparsa yapsın her halükarda A'nın %2 pazar payını alır. Bu A için en kötü ihtimaldir. Burada B'nin uyguladığı strateji önemli değildir. B'ye gelecek olan % 2'lik kazanç A'nın A₁ stratejisini seçmesinden dolayıdır.

Eğer A firması A₂ seçeneğini strateji olarak kendisine belirlerse B firmasına herhangi bir pazar payı kaptırmayacaktır. Yani A firması için B firmasına herhangi bir pay verilmeyen tek strateji budur.

Aynı şekilde firma A₃ stratejisini seçerse en kötü ihtimalle pazar payının % 8'ini B firmasına kaptıracaktır. Bu A firması için en kötü sonuçtur. A firmasının seçtiği stratejiler sonucunda B firmasının bundan etkilenme yönü (satır min)'de gösterilmiştir.

Buradaki sonuç yani kazanç matrisi A firması için düzenlendiğinden B firması minimaks kriterini belirlemelidir. Yani kötünün iyisini seçmelidir. Bu da B firması için B₂ stratejisidir.

Bu oyunun optimum çözümü A_2 ve B_2 stratejileridir. Sonuçta bu oyun bittiğinde A firması karlı çıkacak ve pazar payı % 4 artacaktır. Bu durumda oyunun değeri % 4 tür.

2.1.7. Belirsizlik Halinde Kullanılan Diğer Kriterler

Buraya kadar belirsizlik altında uygulanan bazı metotları göstermeye çalıştık. Burada ise birbirine yakın diğer değerlendirme metotları ele alınacaktır.

2.1.7.1. Laplace Kriteri

Bu metotta olması muhtemel koşullara ilişkin olasılıkların eşit olduğu varsayılır⁶⁴. Buna literatürde yetersiz sebep ilkesi de denilir.

Belirsizliğim tam olarak hakim olduğu ortamlarda yatırımcı hangi olayın meydana geleceği konusunda bilgi sahibi değildir. Ancak olaylara ait gerçekleştirme olasılıkları belirlendiğinden yatırımcı açısından olaylar risk altında karar verme problemi olarak ifade edilir ve beklenen değeri yatırımcının amacına en uygun olan alternatif yatırım projesi tercih edilir⁶⁵.

2.1.7.2. Pişmanlık (Savage) Kriteri

Bu kriter J. Savage tarafın ileri sürülmüştür. Burada pişmanlık yatırımcının hangi projenin gerçekleşeceğini bilmesi halinde sağlayacağı gerçek ve muhtemel sonuçları arasındaki fark ile ölçülmektedir⁶⁶.

⁶⁴ Love Ekenberg, A Survey of Decision Analysis, www.ite.mh.se/~love/beslut/litteratur/oversik2.pdf, s, 4. (09/09/2002)

⁶⁵ Edward A. Silver, Rein Peterson, Decison System for Inventory Management and Production Planning, New York: John Wiley and Sons, 1985, s, 110.
Okka, Mühendislik Ekonomisi, s, 443.

⁶⁶ Okka, Mühendislik Ekonomisi, s, 443.

Bu kriterde öncelikle fırsat maliyeti tablosu hazırlanır. Bu tablo gerçek ve optimum sonuçların arasındaki farklardan oluşturulur. Burada amaç, maksimum pişmanlığın minimize edilmesidir. Yani minimax kriter uygulanır. Sonuç olarak ise pişmanlık matrisinin minimax değeri bulunarak yatırımcı optimum seçeneğe ulaşmış olur.

2.1.7.3. Kötümserlik Kriteri

Bu metoda göre bir yatırım projesi ile ilgili karar kriterinde her bir alternatif yatırım projesi için en kötü durumun gerçekleşeceği ve en kötü sonuçlar arasından en iyi kazancın sağlanacağı kabul edilir. Burada yatırımcı karar verme süreci içerisinde en kötü sonuçların ortaya çıkacağına göre hareket etmeli ve maksimum kazancı veren yatırım projesini seçmelidir. Yatırımcı karar aşamasında muhafazakar davranmalıdır⁶⁷.

2.1.7.4. İyimserlik Kriteri

Bu metoda göre yatırımcı şanslıdır ve alternatifler arasından seçmiş olduğu yatırım projesi sonucunda mümkün olan en fazla kazanç sağlanmıştır. Yani seçilen yatırım optimum yatırımdır. Bütün olaylarda iyimserlik hakimdir⁶⁸.

2.1.7.5. Hurwicz Kriteri

Bu kriter yatırımcının en iyimserden en kötümsera karar verme sürecini yansıtır. Yatırımcının alacağı kararlarla ilgili olarak ortaya çıkabilecek maksimum ve minimum kazançların tartılı ortalaması alınır. Burada yatırımcının

⁶⁷ Orhan İdil, *Örneklem Teorisi ve İşletme Yönetiminde Uygulanması*, İstanbul: İ.Ü. Yayınları No: 2708, Fatih Yayınevi, 1980, s, 269.

Alptekin Esin, *Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri*, 3. Bası, Ankara: Gazi Üniversitesi Yayınları No. 126, 1988, s, 318.

Okka, *Mühendislik Ekonomisi*, s, 443.

⁶⁸ Taha, a.g.e., s, 519.

proje ile ilgili vereceği kararlar $0 \leq x \leq 1$ aralığında belirlenecektir. Ortalamada kullanılacak olan x , yatırımcının iyimserlik derecesine göre değişkenlik gösterecektir⁶⁹. Yatırımcı karar aşamasında maximin ve minimax iki uç noktası arasında belirlenen alternatiflerin ortalaması hesaplandıktan sonra beklenen değer en yüksek olanı seçecektir. Bu yatırımcı için optimum yatırımdır.

Tam belirsizlik altında kullanılan diğer kriterlerle ilgili aşağıda bir örnek geliştirilmiştir.

Beta firması elinde bulunan fon fazlasını otomotiv sektöründe bir yatırımda kullanmak istemektedir. Bu yatırımla ilgili X, Y, Z seçeneği mevcuttur. İyi ekonomik şartların 1/3, orta ekonomik şartların 1/3 ve kötü ekonomik şartların 1/3 ihtimalle gerçekleşeceği varsayılırsa alternatif yatırımların planlanan süre içerisinde ülkenin ekonomik durumuna bağlı olarak sağlayacağı nakit girişleri şöyledir:

Alternatif Yatırımlar	İyi Ekonomik Şartlar	Orta Ekonomik Şartlar	Kötü Ekonomik Şartlar
X	2.056.250 TL	1.675.000 TL	-1.125.000 TL
Y	676.250	875.000	900.000
Z	625.000	625.000	625.000

Laplace kriterine göre her bir yatırım alternatifinin beklenen değeri:

$$E(X) = \frac{1}{3}(2.056.250) + \frac{1}{3}(1.676.250) + \frac{1}{3}(-1.125.000) = 869.168 \text{ TL}$$

$$E(Y) = \frac{1}{3}(676.250) + \frac{1}{3}(875.000) + \frac{1}{3}(900.000) = 817.083 \text{ TL}$$

$$E(Z) = \frac{1}{3}(625.000) + \frac{1}{3}(625.000) + \frac{1}{3}(625.000) = 625.000 \text{ TL}$$

⁶⁹ Halaç, a.g.e., s, 53.

Bu yatırımlardan en fazla beklenen getiriye X alternatifi sağlayacağı için X seçilmelidir. Eğer verilen rakamlar nakit girişi yerine nakit çıkışı olursa, bu durumda en düşük olan alternatif seçilmelidir. Yani Z seçeneğidir.

Pişmanlık kriterine göre:

Burada yukarıda verilen sonuç tablosunu pişmanlık tablosu haline dönüştürülmesi gerekir. Bu tablo şöyle olacaktır.

Alternatif Yatırımlar	İyi Şartlar (A_1)	Orta Şartlar (A_2)	Kötü Şartlar (A_3)	Maximum Pişmanlık
X	0	0	2.025.000	2.025.000
Y	1.380.000	800.000	0	1.380.000
Z	1.431.250	1.050.000	275.000	1.431.250

Şimdi yatırımcının en az pişmanlık duyacağı alternatifi seçilmesi gerekir. Bu alternatif 1.380.000 TL'lik pişmanlığa tekabül eden Y yatırımdır.

Kötümserlik metoduna göre firmanın alternatif yatırımlardan sağlayabileceği tahmini en kötü nakit girişleri:

Alternatif	Kötü Ekonomik Şartlar
X	-1.125.000
Y	676.250 Maksimin
Z	625.000

Burada her alternatifi en kötü nakit girişleri arasında en iyinin seçilmesi çözüm olacaktır. Burada beklenen değeri maksimum olan Y alternatiftir.

İyimserlik kriterine göre firmanın alternatiflerden sağlayabileceği tahmini en iyi nakit girişleri:

Alternatif	İyi Ekonomik Şartlar
X	2.056.250 Maximax.
Y	900.000
Z	625.000

Tabloya göre X yatırımından beklene getiri maksimumdur. Bu nedenle X alternatifinin seçilmesi iyimserlik kriterine göre uygundur.

Hurwicz kriterine göre yatırımcı kendisini şanslı hissettiği zaman rahat karar verebilecektir. Bu nedenle verilecek karar(x), $0 \leq x \leq 1$ arasında değişeceğine göre yatırımcı en iyi şart için (x) ağırlık faktörünü belirlemişse en kötü şart içinde ağırlık faktörü (1-x) olacaktır.

Örneğimizdeki karar matrisinde iyi şartlardaki getiri $x = \frac{6}{10}$ ve kötü şartlardaki getiri $(1-x) = \frac{4}{10}$ olsun. O halde;

$$E(X) = \frac{6}{10}(2.056.250) + 0(1.676.250) + \frac{4}{10}(-1.125.000) = 783.750 \text{ TL}$$

$$E(Y) = \frac{4}{10}(676.250) + 0(875.000) + \frac{6}{10}(900.000) = 810.500 \text{ TL}$$

$$E(Z) = \frac{4}{10}(625.000) + 0(625.000) + \frac{6}{10}(625.000) = 625.000 \text{ TL}$$

Burada $E(Y) = 810.000 \text{ TL}$ olup diğer alternatiflere göre büyük olduğu için hurwicz kriterine göre yatırımcı Y alternatifini seçmelidir.

Bu bölümde verilerin subjektif olarak belirlendiği klasik metodlar incelenmiştir. Üçüncü bölümde ise riskin ölçülmesinde kullanılan istatistiki teknikler ve proje seçiminde kullanılmalarını göstereceğiz.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

İSTATİSTİKİ METODLAR KULLANILARAK YATIRIM PROJELERİNDE RİSKİN ÖLÇÜLMESİ

3.1. PROJE RİSKİNİN ÖLÇÜLMESİ

Birinci bölümde riskini ölçülmesiyle ilgili olarak beklenen değer ve varyans üzerinde durulmuş ve 1.3 ve 1.4 nolu formüllerle riskin iki parametresi belirlenmiştir. İkinci bölümde ise belirsizlik ele alınmıştır.

Elimizde projeye ait geçmiş veriler bulunduğu normal istatistik risk parametrelerini kullanırız. Buna karşılık gelecek belirsiz ve dinamiktir. Bu sebeple sermaye bütçelemesi yatırımlarında geçmiş verilerin aynen gelecekte kullanılması pek olası değildir. Bu durumda Bayesian okulun görüşleri çerçevesinde subjektif olasılıkların kullanılması gerekmektedir⁷⁰.

Burada uzman kişi tarafından proje verilerine ait olasılıklar ortaya konulmakta ve gerekli risk analizleri aynen yapılmaktadır.

Proje bazında ele alındığında bağımsız proje veya projelerin risk analizleri kolaylıkla yapılırken, şartlı olasılık kullanılan projelerde riskin analizi iki safhalı bir çalışmayı gerektirmektedir⁷¹. Şöyle ki; önce karar ağaçlarını kullanarak en büyük net bugünkü değeri veren E(NBD) seçilir. Bundan sonra seçilen bu projenin risk analizi bağımsız projelerde olduğu gibi aynen yapılır.

⁷⁰ Robert Filders and Colin Stevens, "Look no data: Bayesian Forecasting and the effects of prior knowledge" *Forecasting and Planning*, Derleyen: R. Filders ve D. Wood, Hampshire:Gower, 1978, s, 119.

⁷¹ İ. İlhami Karayalçın, Yöneylem "Hareket" Araştırması, 3. bası, İstanbul: Menteş Kitabevi, 1993, s. 169-170.

Projede nakit girişleri ile ilgili verilerin normal dağıldığı varsayımının kabulü analizi kolaylaştırır⁷². Karar ağaçlarına geçmeden önce bir örnek konuyu kolaylaştırıcı olacaktır.

Farzedelim ki Zeta Firması M mamullerini üretmek üzere Q yatırım projesini planlamaktadır. Projeye ilgili veriler yatırım bölümünden şöyle tahmin edilsin:

Yatırım Tutarı (C_0) (10^6)	
Olasılık	Nakit Çıkışı
0,10	85.000
0,40	75.000
0,25	67.000
0,15	88.000
0,10	72.000
$E(BD) = 75.650$	
$Var(BD) = 51.827.500$	

Nakit Girişleri (10^6 TL)							
t_1 dönemi		t_2 dönemi		t_3 dönemi		t_4 dönemi	
$F(x_1)$	Tutar	$f(x_2)$	Tutar	$f(x_3)$	Tutar	$f(x_4)$	Tutar
0,15	34.000	0,15	42.000	0,35	38.000	0,55	44.000
0,45	26.000	0,20	39.000	0,15	27.000	0,05	51.000
0,25	43.000	0,40	27.000	0,40	34.000	0,30	39.000
0,15	38.000	0,25	58.000	0,10	43.000	0,10	38.000
$E(BD) = 33.250$		$E(BD)=46.150$		$E(BD) = 35.250$		$E(BD)= 42.250$	
$\delta^2_{BD} = 50.887.500$		$\delta^2_{BD}=536.827.500$		$\delta^2_{BD} = 19.487.500$		$\delta^2_{BD} = 10.487.500$	

$i = \% 30$ sermaye maliyeti üzerinden

⁷² William W. Hines, Douglas C. Montgomery, Probability and Statistics in Engineering

$$E(NBD) = -75.650 + \frac{33.250}{(1+0,30)^1} + \frac{46.150}{(1+0,30)^2} + \frac{35.250}{(1+0,30)^3} + \frac{42.250}{(1+0,30)^4}$$

$$= 8.070 \text{ TL}$$

$$\text{Var (NBD)} = +51.827.500 + \frac{50.887.500}{(1+0,30)^2} + \frac{536.827.500}{(1+0,30)^4} + \frac{19.487.500}{(1+0,30)^6} + \frac{10.487.500}{(1+0,30)^8}$$

$$= 421.153.380$$

$$\delta_{NBD} = 20.522$$

$d_e = 2.54$ olarak bulunur.

Örnekte görüleceği üzere Q projesinin $E(NBD)$ ve Var (NBD) 'si hesaplanmıştır. Dağılımın normale yaklaştığı varsayıldığında zarar etme olasılığı normal standart dağılım kullanılarak hesaplanabilir.

Örnekteki Q projesinin zarar etme olasılığı;

$$Z = \frac{NBD - E(NBD)}{\delta}$$

$$= \frac{0 - 8.070}{20.522} = -0,39$$

$$F(Z=0,39) = 0,1517$$

standart normal dağılım tablosundan zarar etme olasılığının 0,1517 olduğu görülür. Riski düşük bir projedir. Çünkü kar elde etme olasılığı $(1-0,1517)=0,8483$ dür. Farzedelim ki beklenen değerin 15 milyar TL'den yüksek olma olasılığı;

$$Z = \frac{15.000 - 8.070}{20.522} \cong 0,33$$

$$F(Z > 0,33)$$

$$= (1 - 0,1293)$$

$$= 0,8708 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Bu kez Zeta firması ilgili dönemde beş adet projeyi ihtiva eden bir portföyü gerçekleştirmek istesin. Bunların beklenen değerleri ve varyansları şöyle olsun:

Proje	E(NBD) (10⁶ TL)	Var (NBD) (10⁶)
1	8.070	317.498.380
2	3.040	125.758.416
3	10.530	940.884.325
4	5.650	127.625.420
5	12.780	850.417.365

Bu yatırım portföyünün beklenen değeri, varyansı ve kara geçme olasılıkları istenebilir. Biz yukarıdaki analizi aynen kullanarak gerekli sonuçlara ulaşabiliriz.

$$E(NBD_{\text{Portföy}}) = E(NBD_1) + E(NBD_2) + E(NBD_3) + E(NBD_4) + E(NBD_5)$$

$$= 40.070 \text{ TL}$$

$$\text{Var}(NBD_{\text{Portföy}}) = \text{Var}(NBD_1) + \text{Var}(NBD_2) + \dots + \text{Var}(NBD_5)$$

$$= 2.362.183.906$$

$$\delta = 48.602$$

Bu portföyün zarar etme olasılığı

$$Z = \frac{0 - 40.070}{48.602} = -0,82 \text{ olarak bulunur.}$$

$F(Z=-0,82) = 0,2839$ olasılık tablosundan bulunur.

Buraya kadar normal dağılım kullanarak bir projenin veya proje portföyünün riskini belirlemeye çalıştık. Şimdi şartlı olasılıkların nasıl kullanılacağını ve buna bağlı olarak risk analizi incelenecektir.

3.2. PROJE DEĞERLENDİRİLMESİNDE KARAR AĞACI TEKNİĞİNİN KULLANILMASI VE PROJE RİSKİ

Karar ağacı yaklaşımı ilk kez John F. Magee tarafından kullanılmış olup yatırım projelerinin objektif ve tutarlı bir şekilde seçilmesine imkan veren birbirine bağlı olaylara ilişkin çeşitli karar noktalarını incelemektedir⁷³.

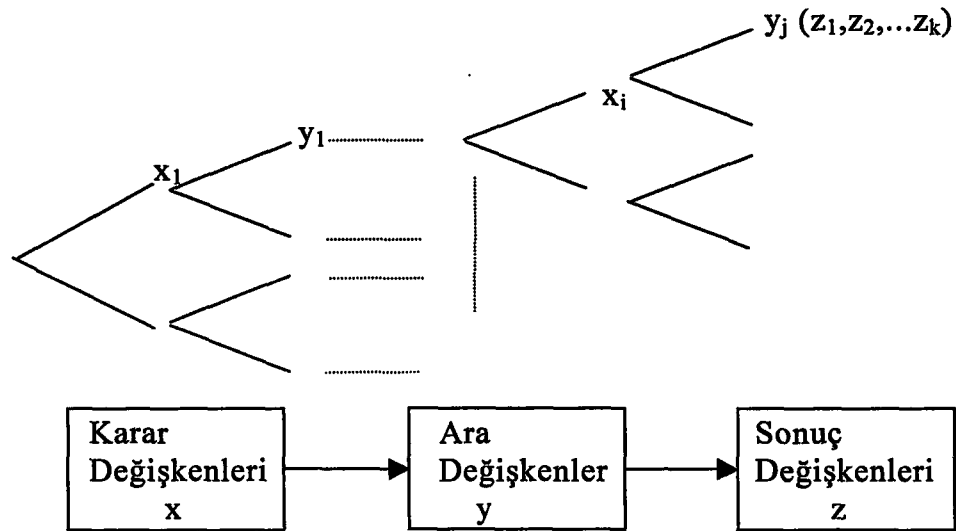
Bir yatırım projesi ile ilgili olarak alınan kararlar herhangi bir zamanda ve bir defada alınmaz. Projenin niteliğine bağlı olarak yatırım kararının belli bir süreç içerisinde belirli zamanlarda alınması gerekebilir. Bu süreçte alınan bir karar son kararın bir aşamasını oluşturur⁷⁴. Böyle özellik gösteren projelerde zaman içerisinde arka arkaya gerçekleşen olaylar karar ağacı şeklinde gösterilebilir. Bu sayede bir yatırım projesinin karar sürecindeki alınan ilk karar ile son karar ve bunlar arasındaki bağıntı görülmüş olur⁷⁵.

Genel yapısı ile karar ağaçlarının bileşenleri aşağıdaki şekilde verilmiştir.

⁷³ T. Lucey, *Quantitative Techniques*, 3. Bası, London: ELBS with DP Pub., 1988, s. 12.

⁷⁴ Lawrence A. Gordon, George Pinches, *Improving Capital Budgeting: A Decision Support System Approach*, Canada: Addison-Wesley Pub. Co., 1984, s. 69.

⁷⁵ David B. Hertz ve Howard Thomas, *Risk Analysis and its Applications*, Chichester: John Wiley and Sons, 1983, s. 120.



Şekil 3.1: Karar Alma Modeli ve Karar Ağaçları

Kaynak: Samuel E. Bodily, *Modern Decision Making A Guide To Modelling With Decision Support System*, Singapore: McGraw-Hill Co., 1985, s. 14

Karar sürecinde alınan ilk karar ile son karar arasındaki tüm kararların birbirlerine bağımlı olması bu teknikte şartlı olasılık teorisinin kullanılmasını gerektirir⁷⁶.

Karar ağacı tekniği; firmalarda küçük veya büyük tesisin seçilmesi durumunda, halihazırdaki tesislerin yenilenip yenilenmeyeceği konusunda satın alma veya kiralama kararlarında v.b. durumlarda uygulanmaktadır⁷⁷.

Şartlı olasılık teorisini kısaca hatırlamakta fayda vardır.

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ olayları S örnek uzayına ait olaylar olduğuna göre herhangi bir i için Bayes Teoremi⁷⁸,

Tung Au ve Thomas P. Au, *Engineering Economics for Capital Investment Analysis*, New Jersey: Prentice Hall Inc. 1992, s. 409.

⁷⁶ W. T. Singleton ve Jan Hovden, *Risk ve Decisions*, Chichester: John Wiley and Sons, 1987, s. 14.

⁷⁷ Christopher F. Baum, Clifford F. Thies, "Q, Cash Flow and Investment: An Econometric Critique" *Review of Quantitative Finance and Accounting*, Cilt:12, Yıl:1999, s. 39.

⁷⁸ Lynn Kuo, Jack Lee, Peter Chehg, Jeffrey Pai, "Bayes Inference for Technological Substitution Data with Data-Based Transformation", *Journal of Forecasting*, Cilt:16, Yıl:1997, s. 74.

Paul Newbold, *Statistics for Business and Economics*, India: Prodox Pub. Inc, 1991, s. 176.

$$P(A_i / B) = \frac{P(A_i)P(B/A_i)}{P(A_1)P(B/A_1) + P(A_2)P(B/A_2) + \dots + P(A_i)P(B/A_i)} \text{ olur.} \quad (3.1)$$

Bu ifadeyi genelleştirdiğimiz zaman⁷⁹,

$$P(A_i / B) = \frac{P(A_i)P(B/A_i)}{\sum_{i=1}^n P(A_i)P(B/A_i)} \quad (3.2)$$

B olayı yoğunluk fonksiyonu $f_1(B)$ ve A yoğunluk fonksiyonu $f_2(A)$ ise bütün şartlı olasılık fonksiyonları devamlı hale gelir ve Bayes eşitliği⁸⁰;

$$f(A/B) = \frac{f_1(A/B)f_2(A)}{\int_A f_1(B/A)f_2(A)\delta_B} \text{ olarak yazılabilir.} \quad (3.3)$$

A ve B olaylarıyla ilgili şartlı olasılık tablosu aşağıdaki gibi düzenlenebilir:

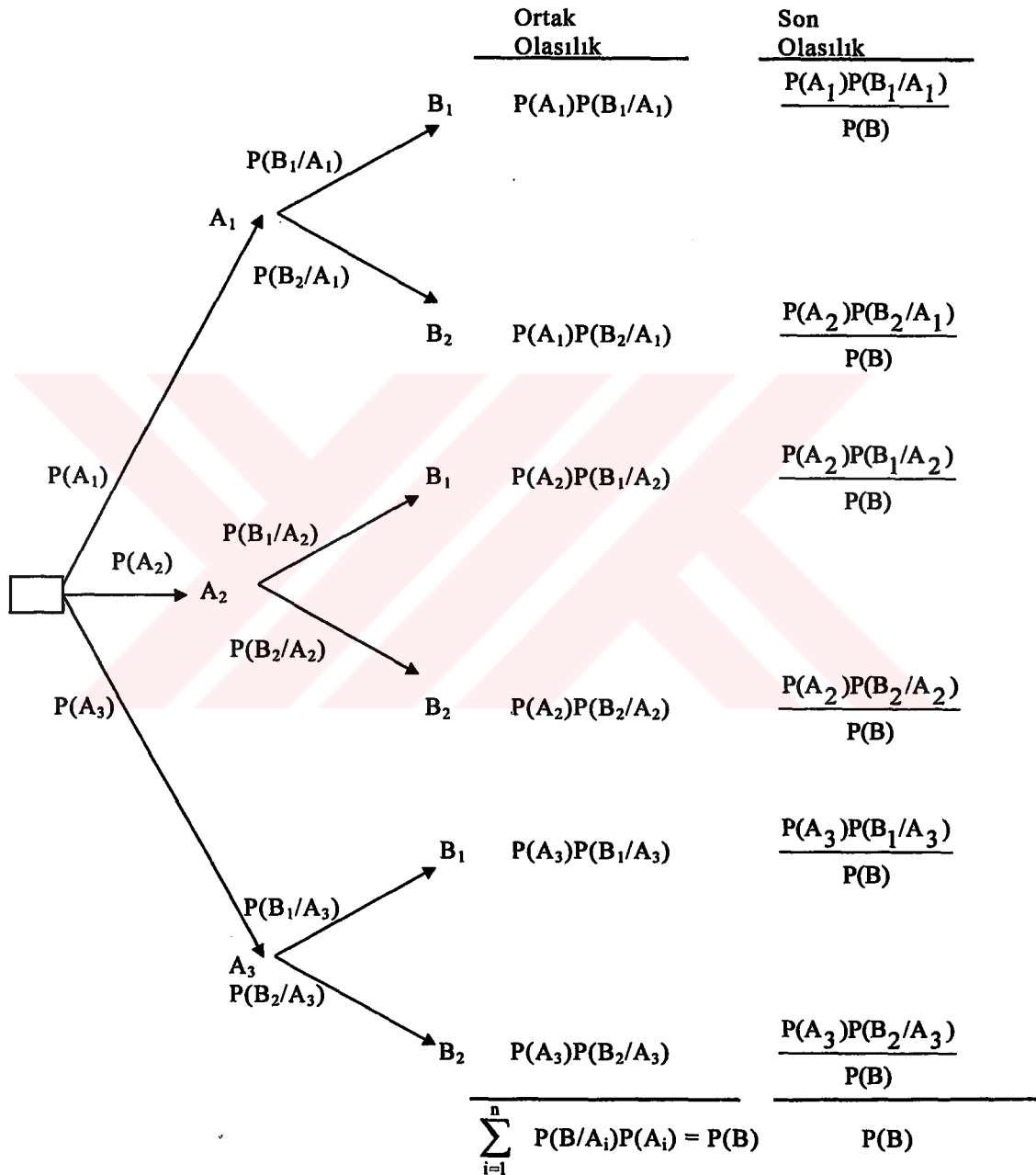
Tablo 3.1: Şartlı Olasılık Tablosu

Olay	Olayların Gerçekleşme Olasılıkları	B Olayının A_i Olayına Bağlı Olarak Olma Olasılığı	A_i ve B Olayının Ortak Gerçekleşme Olasılığı	Posterior (Son) Olasılık $P(A_i / X)$
A_1	$P(A_1)$	$P(B/A_1)$	$P(B/A_1) P(A_1)$	$\frac{P(B/A_1) P(A_1)}{P(B)}$
A_2	$P(A_2)$	$P(B/A_2)$	$P(B/A_2) P(A_2)$	$\frac{P(B/A_2) P(A_2)}{P(B)}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
A_i	$P(A_i)$	$P(B/A_i)$	$P(B/A_i) P(A_i)$	$\frac{P(B/A_i) P(A_i)}{P(B)}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
A_n	$P(A_n)$	$P(B/A_n)$	$P(B/A_n) P(A_n)$	$\frac{P(B/A_n) P(A_n)}{P(B)}$
	$\sum_{i=1}^n P(A_i) = 1$		$P(B) = \sum_{i=1}^n P(B/A_i) P(A_i)$	$\sum_{i=1}^n P(A_i / B) = 1$

Kaynak: Canada, a.g.e., s, 291.

⁷⁹ Irwin Miller ve John E. Freund, *Probabability and Statistics for Engineers*, New Jersey: Prentice Hall Inc., 1985, s, 41.

Projenin ekonomik ömrünün uzunluğuna ve şartlı olasılıkların durumuna göre sistem şekil 3.2’de gösterildiği üzere bir merkezden çıkan çeşitli dallar gibi görünür. Olasılıklar bu dallara işlenir.



Şekil 3.2: Şartlı olasılıkların karar ağacı şeklinde gösterilmesi

Kaynak: Okka, Mühendislik Ekonomisi, s. 354.

⁸⁰ Robert V. Hogg, Allen T. Craig, Introduction to Mathematical Statistics, New York: Mac-Well ve MacMillan Int Ed., 1989, s, 109.

Buradaki temel yöntem, karar ağacı üzerindeki alternatif her bir yolun net bugünkü değer (NBD)ölçütünün olasılık dağılımının esas alınmasıdır. Karar ağacı kendisini oluşturan dallar sayesinde bütün olasılıkları ortaya koyduğu için yatırımcının muhtemel hatalarını ortadan kaldırmaktadır.

Karar ağacı tekniğinde iki aşamalı bir süreç ortaya çıkar şöyle ki⁸¹;

- i) Önce karar ağacı tekniği kullanılarak maksimum net bugünkü değeri veren karar aşaması belirlenir,
- ii) Sonra bu aşamaya ait projenin varyansı hesaplanarak gerekli analizler, normal dağılım kabulü altında yapılır.

Yatırımcının tek bir yatırımla ilgili karar sürecinde riskin ölçülmesini karar ağacı yöntemini uygulayarak bir örnek ile açıklayalım.

Gama firması M projesini gerçekleştirmek istemektedir. Firmanın tahminlerine göre ikinci yıldaki net nakit girişleri birinci yıldaki net nakit girişlerinden etkilenecektir. Bu yatırımın tutarı 325.000 TL ve sermaye maliyeti de % 20 olarak kabul edilsin. M projesine ait nakit akımları ve gerçekleşme olasılıkları ise şöyle olsun:

- Firma birinci yılda 0,35 olasılıkla 130.000 TL nakit girişi sağlayabilirse buna bağlı olarak ikinci yılda

0,55 olasılıkla 600.000 TL

0,15 olasılıkla 145.000

0,30 olasılıkla 190.000

nakit girişi sağlayabilecektir.

⁸¹ Melike Özaydınlı, “Risk ve Belirsizlik”, Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi II. Cilt, Ankara: Devlet Yatırım Bankası, 1985, s. 455.
Şahin, a.g.e., s. 178.

- Firma 0,40 olasılıkla birinci yılda 185.000 TL nakit girişi sağlayabilirse ikinci yılda buna bağlı olarak,

0,30 olasılıkla 200.000 TL

0,25 olasılıkla 235.000

0,45 olasılıkla 280.000

nakit girişi sağlayabilecektir.

- Firma eğer 0,25 olasılıkla birinci yılda 260.000 TL nakit girişi sağlayabilirse ikinci yılda buna bağlı olarak

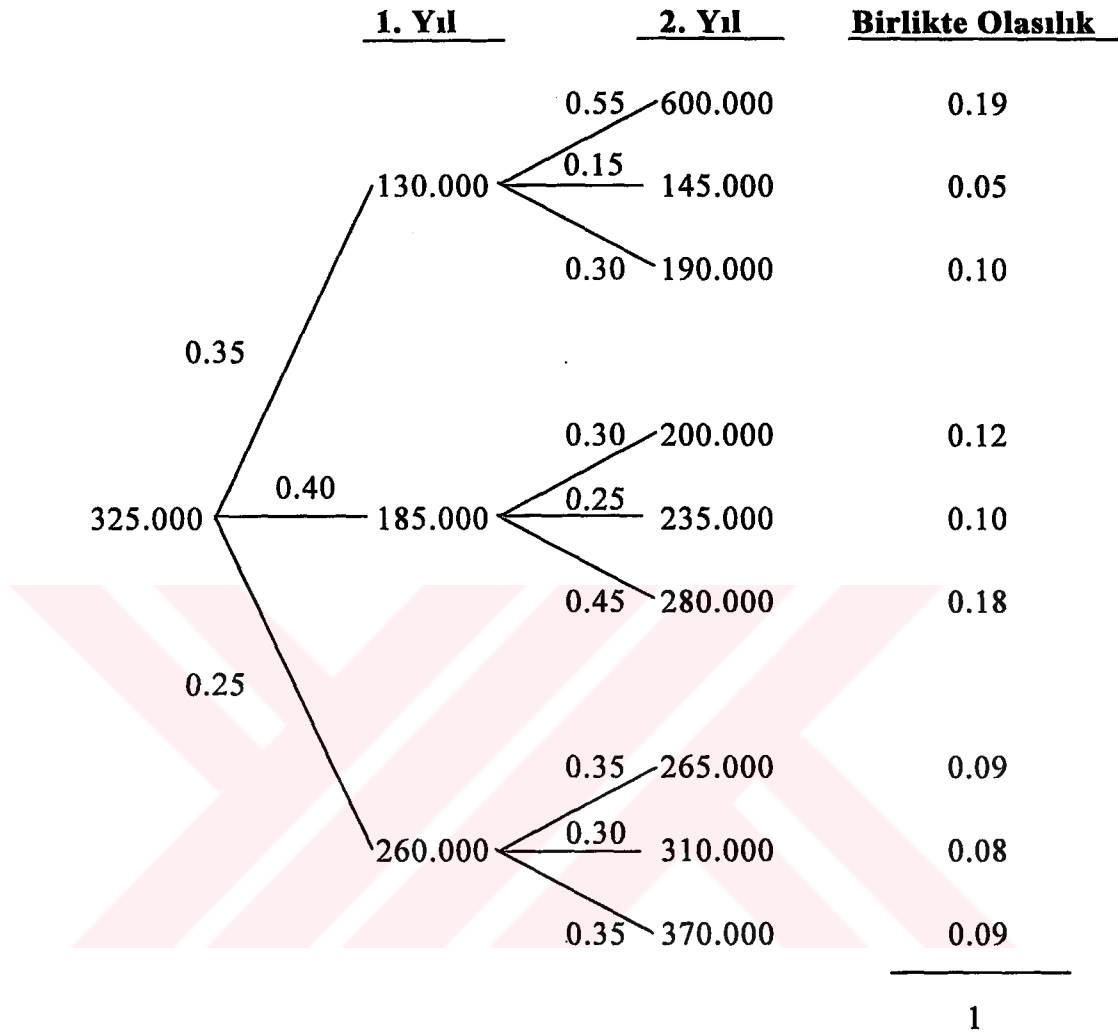
0,35 olasılıkla 265.000 TL

0,30 olasılıkla 310.000

0,35 olasılıkla 370.000

nakit girişi sağlayacaktır.

M projesine ait karar ağacı düzenlenir ve ilgili hesaplamalar yapılırsa;



Burada her bir dal için önce olasılıkları nazara almadan NBD'sini hesaplırsak;

$$1.Dal = -325.000 + \frac{130.000}{(1+0.20)^1} + \frac{600.000}{(1+0.20)^2} = 200.000$$

$$2.Dal = -7.639$$

$$3.Dal = -84.722$$

$$4.Dal = -31.944$$

$$5.Dal = -7.638$$

$$6.Dal = 23.611$$

$$7.Dal = 75.694$$

$$8.Dal = 106.944$$

$$9.Dal = 148.611 \text{ bulunur.}$$

Birlikte olasılık ile NBD'ler çarpılıp toplanınca projenin beklenen net bugünkü değeri $E(NBD)$ hesaplanır. M projesinde $E(NBD) = 57.541,72$ TL dir. Sıra projeye ait varyansların hesaplanmasına gelmiştir.

Her bir dalın NBD'sini bulduktan sonra varyansı aşağıdaki gibi hesaplanır.

Birlikte Olasılık	NBD	E(NBD)	$[NBD - E(NBD)]^2 \cdot f(x)$
0,19	200.000	38000	3.855.928.693
0,05	-7.639	-381,95	212.426.313
0,10	-84.722	-8.472,2	2.023.896.603
0,12	-31.944	-3.833,28	960.923.290,1
0,10	-7.638	-763,8	424.839.589,9
0,18	23.611	4.249,98	207.232.876,7
0,09	75.694	6.812,46	29.655.474,23
0,08	106.944	8.555,52	195.246.821,5
0,09	148.611	13.374,99	746.425.238,4
		$E(NBD) = 57.541,72$	$\delta^2_{NBD} = 8.656.574.899$
			$\delta_{NBD} = 93.040$
			$d_e = 1,61$

M projesinin $E(NBD)$ 'si 57.514,72 TL, standart sapması 93.040 TL dir. Burada projenin zarar etme olasılığı hesaplanırsa 0,2676 bulunur. Bu proje %26,76 olasılıkla zararlı (%73,24 olasılıkla karlı) bir projedir.

Bu kez birden çok proje arasından şartlı olasılıklar kullanılarak birisinin seçimi söz konusu olabilir. Seçim aşamasında yine maksimum $E(NBD)$ 'yi veren proje seçilir ve bu projenin risk analizi bildiğimiz yöntemlerle aynen yapılır.

Aşağıdaki örnekte bu konuyu kısaca açıklayalım:

M firması otomotiv yedek parça üretmek üzere bir tesisi kurmayı planlamaktadır. Elinde mevcut 100 milyar TL'lik fonu vardır. Bu konuda A ve B olmak üzere iki alternatif tesis seçeneği vardır. Bunlara ait bilgiler şöyledir: (milyon TL)

<u>Yatırım Projesi</u>	<u>A Tesisi</u>	<u>B Tesisi</u>
Proje toplam maliyeti	100.000 TL	100.000 TL
Ekonomik Ömür	3 yıl	3 yıl
Sermaye Maliyeti	% 15	% 15

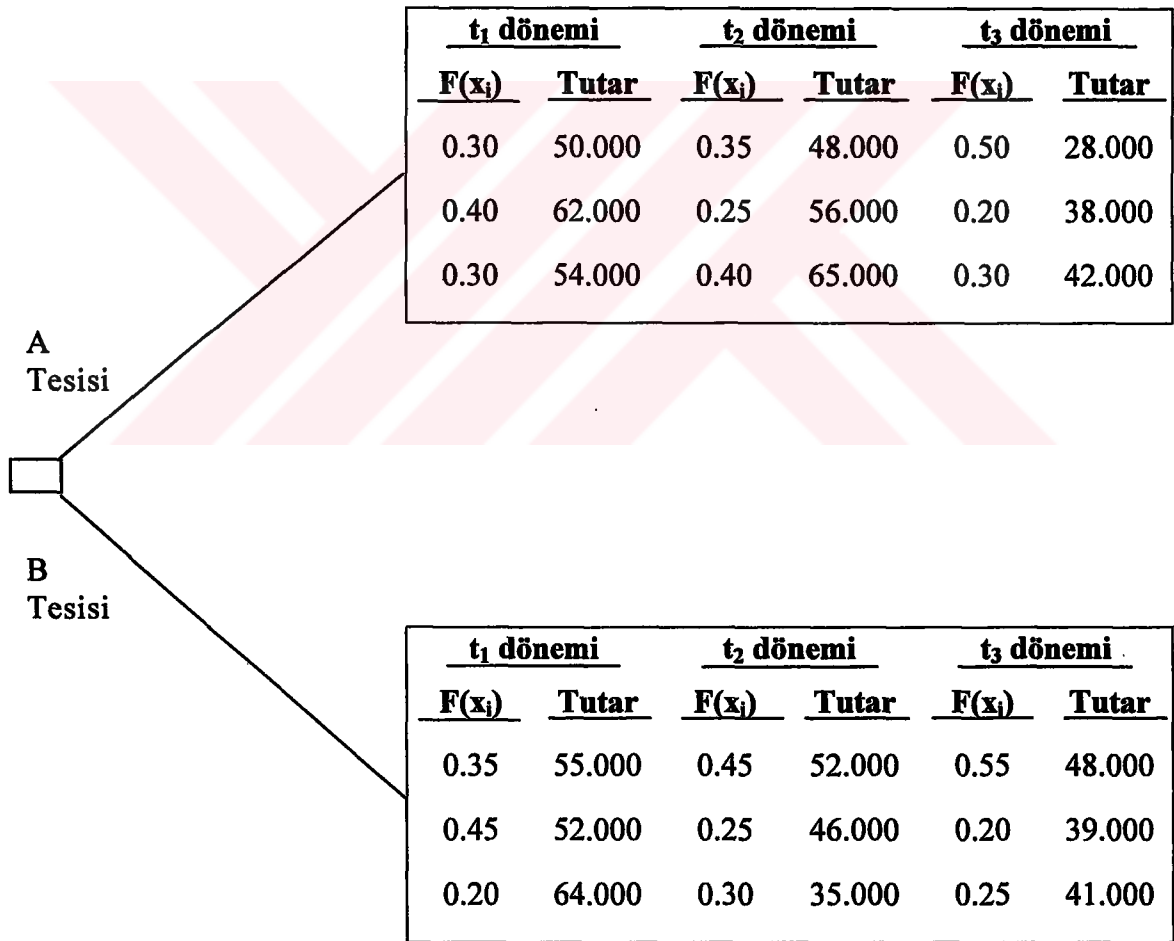
A tesisi için her yıl nakit girişleri tutarı ve bunlara ait gerçekleşme olasılıkları şöyle olsun:

<u>t₁ dönemi</u>		<u>t₂ dönemi</u>		<u>t₃ dönemi</u>	
<u>F(x_i)</u>	<u>Tutar</u>	<u>F(x_i)</u>	<u>Tutar</u>	<u>F(x_i)</u>	<u>Tutar</u>
0.30	50.000	0.35	48.000	0.50	28.000
0.40	62.000	0.25	56.000	0.20	38.000
0.30	54.000	0.40	65.000	0.30	42.000

B tesisi için her yıl nakit girişleri tutarı ve gerçekleşme olasılıkları da aşağıdaki gibi bulunsun:

<u>t₁ dönemi</u>		<u>t₂ dönemi</u>		<u>t₃ dönemi</u>	
<u>F(x_i)</u>	<u>Tutar</u>	<u>F(x_i)</u>	<u>Tutar</u>	<u>F(x_i)</u>	<u>Tutar</u>
0.35	55.000	0.45	52.000	0.55	48.000
0.45	52.000	0.25	46.000	0.20	39.000
0.20	64.000	0.30	35.000	0.25	41.000

Bu alternatif projeleri karar ağacı şeklinde düzenleyelim.



A tesisi için karar ağacını oluşturalım:

t_0	t_1	t_2	t_3	Birlikte <u>Olasılık</u>	% 15'den <u>NBD</u>
-100.000	0.30	0.35	0.50	0.05	1.866 TL
			0.20	0.02	4.704
			0.30	0.03	7.312
		0.25	0.50	0.03	4.182
			0.20	0.01	10.752
			0.30	0.02	13.380
		0.40	0.50	0.06	10.986
			0.20	0.02	17.556
			0.30	0.03	21.816
	0.40	0.35	0.50	0.07	8.562
			0.20	0.02	15.132
			0.30	0.04	17.760
		0.25	0.50	0.05	14.610
			0.20	0.02	22.820
			0.30	0.03	24.190
		0.40	0.50	0.08	22.586
			0.20	0.03	82.016
			0.30	0.03	31.386
	0.30	0.35	0.50	0.05	4.182
			0.20	0.02	4.704
			0.30	0.03	7.334
		0.25	0.50	0.03	4.182
			0.20	0.01	10.752
			0.30	0.02	13.382
		0.40	0.50	0.06	10.986
			0.20	0.02	17.556
			0.30	0.03	21.814

Şimdi de B tesisi için karar ağacın oluşturalım:

t_0	t_1	t_2	t_3	Birlikte Olasılık	% 15'den NBD
-100.000	0.35	0.45	0.55	0.08	18.643 TL
			0.20	0.03	12.730
			0.25	0.03	14.044
		0.25	0.55	0.04	14.107
			0.20	0.01	8.194
			0.25	0.02	1.192
		0.30	0.55	0.05	5.791
			0.20	0.02	-122
			0.25	0.02	1.192
	0.45	0.45	0.55	0.11	16.036
			0.20	0.04	10.123
			0.25	0.05	10.897
		0.25	0.55	0.06	11.500
			0.20	0.02	5.587
			0.25	0.02	6.901
		0.30	0.55	0.07	3.184
			0.20	0.02	-2.729
			0.25	0.02	-1.415
	0.20	0.45	0.55	0.04	26.464
			0.20	0.01	20.551
			0.25	0.02	21.865
		0.25	0.55	0.02	21.928
			0.20	0.01	15.015
			0.25	0.01	17.329
		0.30	0.55	0.03	13.612
			0.20	0.01	7.699
			0.25	0.01	9.013

A Tesisi

Birlikte Olasılık	NBD_(A)	E(NBD)_(A)
0.05	1.866	93
0.02	4.704	94
0.03	7.312	219
0.03	4.182	125
0.01	10.752	108
0.02	13.380	268
0.06	10.986	659
0.02	17.556	351
0.03	21.816	654
0.07	8.562	599
0.02	15.132	303
0.04	17.760	710
0.05	14.610	731
0.02	22.820	456
0.03	24.190	726
0.08	22.586	1.807
0.03	28.016	740
0.03	31.386	942
0.05	4.182	209
0.02	4.704	94
0.03	7.334	220
0.03	4.182	125
0.01	10.752	108
0.02	13.382	268
0.06	0.986	659
0.02	17.556	351
0.03	21.814	654
		E(NBD)_(A)=12.187

B Tesisi

Birlikte Olasılık	NBD_(B)	E(NBD)_(B)
0.08	18.643	1.491
0.03	12.730	382
0.03	14.044	421
0.04	14.107	564
0.01	8.194	82
0.02	1.192	24
0.05	5.791	290
0.02	-122	-2
0.02	1.192	24
0.11	16.036	1.764
0.04	10.123	405
0.05	10.897	545
0.06	11.500	690
0.02	5.587	112
0.02	6.901	138
0.07	3.184	223
0.02	-2.729	-55
0.02	-1.415	-28
0.04	26.464	1.059
0.01	20.551	206
0.02	21.865	437
0.02	21.928	439
0.01	16.015	160
0.01	17.329	173
0.03	13.612	408
0.01	7.699	77
0.01	9.013	90
		E(NBD)_(B)=10.118

Bu verilere göre $E(NBD)_{(A)}$ daha büyük olduğu için A tesisi yatırımcı tarafından tercih edilir. Şimdiki aşama tercih edilen A tesisinin risk analizinin yapılmasıdır.

t_1 dönemi			
$F(x_i)$	Tutar	$E(BD)$	$[BD-E(BD)]^2 \cdot F(x)$
0.30	50.000	15.000	10.800.000
0.40	62.000	24.800	14.400.000
0.30	54.000	16.200	1.200.000

$$E(BD_1)=56.000$$

$$\delta^2_A = 26.400.000$$

$$\delta_A = 5.138$$

t_2 dönemi			
$F(x_i)$	Tutar	$E(BD)$	$[BD-E(BD)]^2 \cdot F(x)$
0.35	48.000	16.800	27.104.000
0.25	56.000	14.000	160.000
0.40	65.000	26.000	26.896.000

$$E(BD_2)=56.800$$

$$\delta^2_A = 54.160.000$$

$$\delta_A = 7.359$$

t₃ dönemi			
F(x_i)	Tutar	E(NBD)	[NBD-E(NBD)]² · F(x)
0.50	28.000	14.000	19.220.000
0.20	38.000	7.600	2.888.000
0.30	42.000	12.600	18.252.000
		E(BD ₃)34.200	δ ² _A = 40.360.000
			δ _A = 6.352

$$E(BD)_{(A)} = \frac{56.000}{(1+0,15)^1} + \frac{56.800}{(1+0,15)^2} + \frac{34.200}{(1+0,15)^3}$$

E(BD)_(A) = 114.131 TL olarak bulunur.

$$Var(BD)_{(A)} = \frac{26.400.000}{(1+0,15)^2} + \frac{54.160.000}{(1+0,15)^4} + \frac{40.360.000}{(1+0,15)^6}$$

Var(BD)_(A) = 68.377.356 olarak bulunur.

Burada E(NBD) esas alınarak proje seçildi. Seçilen projenin riski üzerinde duruldu. Riski minimize eden bir seçim yerine E(NBD)'yi maksimize eden bir seçim yapıldı. Burada alternatif proje veya projeler daha az riskli bir proje veya projeler olabilir. Karar ağacı bize her zaman riski minimize edecek bir seçim vermekten uzaktır. Bu sebeple seçilen proje ile ilgili olarak yatırımcının fayda analizini de yapması uygun olacaktır. Burada biz fayda analizi üzerinde durmayacağız.

Eğer projeye ait kısıtlılık halleri mevcutsa bu kez doğrusal programlamanın kullanılması gerekir⁸².

3.3. YATIRIM PROJELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE

DOĞRUSAL PROGRAMLAMAMANIN KULLANILMASI VE RİSK

Biz yatırım projelerini analiz ederken projeyle ilgili parametrelerde herhangi bir kısıtlılık halinin bulunmadığını, yatırımla ilgili olarak bütün fonların bulunduğunu, makinelerin, makine yerleşim alanlarının, makine iş saatlerinin, enerjinin, personelin ve benzeri parametrelerde sınırsız imkanlarımızın olduğunu, kabul ediyor ve bu verile göre projeye ait NBD metodunu kullanarak en karlı yatırım projelerini veya projesini seçiyorduk.

Bu şekilde proje seçimi bazı durumlarda gerçek hayata uymaz. Mesela proje için sermeye, fabrika yerleşim alanı, enerji, personel v.b. kafi gelmeyebilir. Bu takdirde karşımıza çıkan kısıtlılık hallerini de göz önünü alan optimal (mevcut şartlar altında en iyisinin bulunması) sonuçlarını verecek doğrusal programlama metodu kullanılmalıdır⁸³. Doğrusal programlama metodunun kullanılabilmesi için projenin birden çok (portföy) olması gerekir⁸⁴.

Yani proje tek bir makinenin alınması olayını kapsıyorsa makinenin kapasitesinin seçiminde optimallik olur. Bu durumda daha önce bildiğimiz usullerle makinenin kabul veya reddi sözkonusudur. Seçimde makinenin özel kısıtlılık durumları (kapladığı alan, hacim, üretim günü, kullandığı enerji v.b.) varsa tercih de bunlarda nazara alınır⁸⁵.

⁸² Russel C. Walker, **Introduction to Mathematical Programming**, New Jersey: Prentice Hall Inc., 1999, s, 81.

⁸³ Dimitris Alevras, Manfred W. Padberg, **Linear Optimization and Extensions**, New York: Springer Pub., 2001, s, 363.

Elwood S. Buffa ve Rakesh K. Sarin, **Modern Production/Operations Management**, Singapore: John Wiley and Sons Inc., 1987, s, 176.

James T. McClave, P. George Benson ve Tery Sincich, **Statistics for Business and Economics**, New Jersey: Prentice Hall Inc., 1998, s, 431.

⁸⁴ H.P. Williams, **Model Building in Mathematical Programming**, Singapore: John Wiley and Sons., 1993, s, 23.

⁸⁵ Ronald L. Rardin, **Optimization in Operations Research**, New Jersey: Prentice Hall Pub., 1998, s, 137.

Projelerde doğrusal programlama uygulayabilmek için ya bir makineden v.b.den birden çok alınması gerekir veya ikiden çok proje vardır ve projelerden bir portföy oluşturmak istenmektedir. Bu durumda projeye bağlı kısıtlılıklar söz konusudur. İşte burada biz doğrusal programlama metodunu uygulayarak kısıtlılıkları sağlayacak ve optimum NBD'yi, verecek bir portföy oluşturmaya çalışılır.

Bu konuyu aşağıdaki örnekte açıklayalım.

Alfa firması ambalaj sanayisinde yatırım yapmayı planlamaktadır. Bu konuda beş alternatif tesis seçeneği vardır. Şöyle ki;

	Tesis-I	Tesis-II	Tesis-III	Tesis-IV	Tesis-V
Tesis Fiyatı (10^6 TL)	350	1.100	900	850	1.150
Ekonomik Ömrü (yıl)	5	5	5	5	5
Enerji (kws)(000)	850	900	1.100	950	725
Yerleşim alanı (000 m ²)	120	100	130	115	125
Çalışacak personel (kişi)	65	55	70	50	45
Kapasite (ton/ay)	110	150	180	135	140
Sermaye Maliyeti	% 30	% 30	% 30	% 30	% 30

Alfa firması maksimum yatırım bütçesi olarak 2.500 milyon TL kaynak ayırmıştır.

Firma maksimum 1.900.000 kws enerji kullanabilecektir.

Tesisin kurulması için maksimum alan 400.000 m² dir

Tesiste maksimum 175 kişinin istihdam edilmesi planlanmaktadır.

Firmanın maksimum kapasitesi 550 ton/ay olacaktır.

Firma tarafından t_0 döneminde bütün tesislere ait gerçekleşecek nakit çıkışları şöyle tahmin edilsin ve aynı olsun: (10^6 TL)

t_0 dönemi	
Olasılık	Nakit Çıkışı
0,30	350
0,20	310
0,25	330
0,10	240
0,15	290
$E(C) = 317$	
$\delta^2_C = 1.081$	

Tesis I için projenin beş yıllık nakit girişleri ve gerçekleşme olasılıkları tablo 3.2’de verilsin. Diğer tesislerle ilgili olarak nakit girişleri ve gerçekleşme olasılıkları tablo 3.3, tablo3.4, tablo 3.5 ve tablo 3.6’da verilmiş olsun.

Tesis-I’e ait beklenen değer ve varyansları aşağıda hesaplanmıştır.

Tablo 3.2: Tesis I için nakit girişleri ve gerçekleşme olasılıkları

Tesis-I									
t_1 dönemi		t_2 dönemi		t_3 dönemi		t_4 dönemi		T_5 dönemi	
$f(x_i)$	BD	$f(x_i)$	BD	$f(x_i)$	BD	$f(x_i)$	BD	$f(x_i)$	BD
0,15	160	0,20	115	0,30	135	0,30	195	0,10	260
0,20	145	0,15	155	0,05	170	0,05	245	0,15	215
0,30	170	0,25	135	0,10	185	0,15	215	0,05	270
0,30	250	0,20	160	0,25	190	0,40	285	0,45	190
0,05	180	0,20	180	0,30	210	0,10	170	0,25	175
$E(BD)=188$		$E(BD)=148$		$E(BD)=199$		$E(BD)=234$		$E(BD)=201$	
$\delta^2_{BD}=1741$		$\delta^2_{BD}=501$		$\delta^2_{BD}=1359$		$\delta^2_{BD}=1966$		$\delta^2_{BD}=839$	

1.4 ve 1.5 nolu formüllere göre tesis-I'in beklenen değeri ve varyansı hesaplanırsa;

$$E(NBD)_{(Tesis-1)} =$$

$$-317 + \frac{188}{(1+0,30)^1} + \frac{148}{(1+0,30)^2} + \frac{199}{(1+0,30)^3} + \frac{234}{(1+0,30)^4} + \frac{201}{(1+0,30)^5}$$

$$=141 \text{ milyon TL.}$$

$$Var(NBD)_{(Tesis-1)} =$$

$$+3.572 + \frac{1.741}{(1+0,30)^2} + \frac{501}{(1+0,30)^4} + \frac{1.359}{(1+0,30)^6} + \frac{1.966}{(1+0,30)^8} + \frac{839}{(1+0,30)^{10}}$$

$$= 2.870 \cdot 10^6 \text{ bulunur.}$$

Tesis-II,III, IV, ve V'in beklenen değer ve varyansları aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.3: Tesis II için nakit girişleri ve gerçekleşme olasılıkları

Tesis-II									
t ₁ dönemi		T ₂ dönemi		t ₃ dönemi		t ₄ dönemi		t ₅ dönemi	
f(x _i)	BD	f(x _i)	BD	f(x _i)	BD	f(x _i)	BD	F(x _i)	BD
0,05	160	0,10	125	0,20	115	0,10	175	0,10	250
0,30	145	0,15	150	0,15	155	0,05	225	0,10	225
0,15	165	0,40	145	0,10	165	0,25	245	0,25	210
0,25	245	0,05	195	0,35	175	0,35	195	0,30	255
0,25	190	0,30	210	0,20	295	0,25	260	0,25	285
E(BD)=185		E(BD)=165		E(BD)=183		E(BD)=223		E(BD)=247	
δ ² _{BD} =1.477		δ ² _{BD} =1.005		δ ² _{BD} =3.606		δ ² _{BD} =968		δ ² _{BD} =771	

$$E(NBD)_{(Tesis-II)} = 150 \text{ milyon TL}$$

$$Var (NBD)_{(Tesis-II)} = 3.229 \cdot 10^6$$

Tablo 3.4: Tesis III için nakit girişleri ve gerçekleşme olasılıkları

Tesis-III									
t₁ dönemi		t₂ dönemi		t₃ dönemi		t₄ dönemi		t₅ dönemi	
f(x_i)	BD	f(x_i)	BD	f(x_i)	BD	f(x_i)	BD	f(x_i)	BD
0,15	170	0,25	125	0,25	235	0,20	220	0,15	265
0,25	155	0,15	165	0,15	195	0,20	255	0,15	225
0,35	170	0,25	145	0,10	185	0,05	245	0,15	270
0,15	250	0,30	170	0,20	190	0,15	265	0,05	190
0,10	210	0,05	180	0,30	215	0,40	270	0,50	215
E(BD)=182		E(BD)=152		E(BD)=209		E(BD)=255		E(BD)=231	
$\delta^2_{BD}=1.026$		$\delta^2_{BD}=356$		$\delta^2_{BD}=399$		$\delta^2_{BD}=355$		$\delta^2_{BD}=619$	

$$E(NBD)_{(Tesis-III)} = 159 \text{ milyon :TL}$$

$$Var (NBD)_{(Tesis-III)} = 1.984 .10^6$$

Tablo 3.5: Tesis IV için nakit girişleri ve gerçekleşme olasılıkları

Tesis-IV									
t₁ dönemi		t₂ dönemi		t₃ dönemi		t₄ dönemi		t₅ dönemi	
f(x_i)	BD	f(x_i)	BD	f(x_i)	BD	f(x_i)	BD	f(x_i)	BD
0,15	165	0,20	125	0,05	145	0,10	220	0,15	255
0,15	145	0,25	175	0,05	175	0,25	225	0,15	220
0,30	175	0,15	145	0,10	190	0,15	235	0,05	260
0,30	255	0,20	165	0,40	220	0,40	295	0,35	195
0,10	185	0,20	180	0,40	210	0,10	270	0,30	195
E(BD)=194		E(BD)=159		E(BD)=199		E(BD)=207		E(BD)=211	
$\delta^2_{BD}=1.719$		$\delta^2_{BD}=419$		$\delta^2_{BD}=1.359$		$\delta^2_{BD}=343$		$\delta^2_{BD}=589$	

$$E(NBD)_{(Tesis-IV)} = 146 \text{ milyon TL}$$

$$Var (NBD)_{(Tesis-IV)} = 2.612 .10^6$$

Tablo 3.6: Tesis V için nakit girişleri ve gerçekleşme olasılıkları

Tesis-V									
t₁ dönemi		t₂ dönemi		t₃ dönemi		t₄ dönemi		T₅ dönemi	
f(x_i)	BD	f(x_i)	BD	f(x_i)	BD	f(x_i)	BD	f(x_i)	BD
0,15	160	0,20	125	0,40	155	0,35	190	0,15	265
0,10	155	0,25	145	0,05	195	0,15	225	0,35	225
0,30	170	0,25	145	0,10	200	0,10	235	0,05	260
0,20	255	0,10	170	0,25	190	0,30	265	0,15	195
0,25	190	0,20	180	0,30	220	0,10	180	0,30	185
E(BD)=18		E(BD)=150		E(BD)=205		E(BD)=221		E(BD)=216	
$\delta^2_{BD}=1.221$		$\delta^2_{BD}=357$		$\delta^2_{BD}=1.141$		$\delta^2_{BD}=1.107$		$\delta^2_{BD}=839$	

$$E(NBD)_{(Tesis-V)} = 15 \text{ milyon TL}$$

$$Var(NBD)_{(Tesis-V)} = 2.362 \cdot 10^6$$

Alfa firmasına ait bu projenin yıllara göre E(NBD) ve Var (NBD)'lerini bulduktan sonra doğrusal programlamada amaç satırı ve kısıtlayıcı şartlar yazılarak aşağıda sunulan dört alternatifte göre çözüm yapılsın.

Alternatifler;

- a) Risk nazara alınmadan optimal tesis portföyünün seçimi,
- b) Risk nazara alınarak optimal tesis portföyünün seçimi,
- c) Risk sınırlandırılarak optimal tesis portföyünün seçimi,
- d) Risk minimize edilerek optimal tesis portföyünün seçimi.

Çözümleri WinQSB programı kullanılarak yapıldı. Çözüm tabloları dördüncü bölümde ayrıntılı olarak verilmiştir.

a) Risk Nazara Alınmadan Optimal Tesis Portföyünün Seçimi

Amaç Satırı

$$Z_{\text{Max}} = 141X_1 + 150X_2 + 159X_3 + 146X_4 + 15X_5$$

Kısıtlayıcı Şartlar

$$350X_1 + 1.100X_2 + 900X_3 + 850X_4 + 1.150X_5 \leq 2.500$$

$$850X_1 + 900X_2 + 1.100X_3 + 950X_4 + 725X_5 \leq 1.900$$

$$120X_1 + 100X_2 + 130X_3 + 115X_4 + 125X_5 \leq 400$$

$$65X_1 + 55X_2 + 70X_3 + 50X_4 + 45X_5 \leq 175$$

$$110X_1 + 150X_2 + 180X_3 + 135X_4 + 140X_5 \leq 550$$

Risk nazara alınmadığı takdirde kısıtlılık şartları altında sadece II'nci tesisten 2,1111'lik bir miktarın gerçekleştirilmesi E(NBD)'yi maksimize etmektedir. Burada E(NBD) = 316,667 milyon TL olmaktadır. Tesis kesirli inşaa edilemeyeceği için tam sayılı programlamaya (integer programming) göre çözümün yapıldığı zaman sadece 2 adet tesis-II E(NBD)'yi maksimize etmekte ve E(NBD)= 300 milyon TL olmaktadır.

İkinci kez riski nazara alarak kısıtlılık şartları çerçevesinde çözümü yapalım.

b) Riski Nazara Alarak Optimal Tesis Portföyünün Seçimi

Amaç Satırı

$$Z_{\text{Max}} = 141X_1 + 150X_2 + 159X_3 + 146X_4 + 15X_5$$

Kısıtlayıcı Şartlar

$$350X_1 + 1.100X_2 + 900X_3 + 850X_4 + 1.150X_5 \leq 2.500$$

$$850X_1 + 900X_2 + 1.100X_3 + 950X_4 + 725X_5 \leq 1.900$$

$$120X_1 + 100X_2 + 130X_3 + 115X_4 + 125X_5 \leq 400$$

$$65X_1 + 55X_2 + 70X_3 + 50X_4 + 45X_5 \leq 175$$

$$110X_1 + 150X_2 + 180X_3 + 135X_4 + 140X_5 \leq 550$$

$$2.870X_1 + 3.229X_2 + 1.984X_3 + 2.612X_4 + 2.362X_5 \leq 13.057$$

Tesislerin toplam varyansları nazara alındığında yine tesis-II seçilmekte ve bu portföyde seçimde bir değişiklik olmamaktadır.

c) Risk Sınırlandırılarak Optimal Tesis Portföyünün Seçimi

Amaç Satırı

$$Z_{\text{Max}} = 141X_1 + 150X_2 + 159X_3 + 146X_4 + 15X_5$$

Kısıtlayıcı Şartlar

$$350X_1 + 1.100X_2 + 900X_3 + 850X_4 + 1.150X_5 \leq 2.500$$

$$850X_1 + 900X_2 + 1.100X_3 + 950X_4 + 725X_5 \leq 1.900$$

$$120X_1 + 100X_2 + 130X_3 + 115X_4 + 125X_5 \leq 400$$

$$65X_1 + 55X_2 + 70X_3 + 50X_4 + 45X_5 \leq 175$$

$$110X_1 + 150X_2 + 180X_3 + 135X_4 + 140X_5 \leq 550$$

$$2.870X_1 + 3.229X_2 + 1.984X_3 + 2.612X_4 + 2.362X_5 \leq 5.000$$

Bu kez yatırımcının riskten kaçınan bir yatırımcı olduğunu ve yatırım portföyünün riskinin $5.000.10^6$ dan düşük olmasını istediğini varsayalım. Bu şart denkleme dahil olunca optimal portföyü tesis-I'den 1,1767 ve tesis-III'den 0,8110 kurulursa $E(NBD)=295,9767$ milyon TL olmaktadır. Tam sayılı program uygulandığında portföy tesis-III=1 ve tesis-V=1 tane olmakta ve $E(NBD)= 174$ milyon TL ye düşmektedir.

d) Risk Minimize Edilerek Optimal Tesis Portföyünün Seçimi

Amaç Satırı

$$Z_{\text{Min}} = 2.870X_1 + 3.229X_2 + 1.984X_3 + 2.612X_4 + 2.362X_5$$

Kısıtlayıcı Şartlar

$$350X_1 + 1.100X_2 + 900X_3 + 850X_4 + 1.150X_5 \geq 2.500$$

$$850X_1 + 900X_2 + 1.100X_3 + 950X_4 + 725X_5 \geq 1.900$$

$$120X_1 + 100X_2 + 130X_3 + 115X_4 + 125X_5 \geq 400$$

$$65X_1 + 55X_2 + 70X_3 + 50X_4 + 45X_5 \geq 175$$

$$110X_1 + 150X_2 + 180X_3 + 135X_4 + 140X_5 \geq 550$$

$$141X_1 + 150X_2 + 159X_3 + 146X_4 + 15X_5 \geq 611$$

Riski minimize edecek denklemleri kısıtlayıcı şartlara dahil edildiğinde minimum risk tesis-III'den 3,8428 yatırım portföyünü vermekte, bunun $E(NBD)=7.624,0500$ milyon TL olmaktadır. Tam sayılı programlama uygulandığında optimum portföyü 4 adet tesis-III vermekte ve bunun $E(NBD)=7.936$ milyon TL olmaktadır.

Sonuçları özetlersek dört alternatif için çözüm yapıldığında

- Alternatif-1 için optimal çözüm, 2 adet tesis-II'den yapılması,
- Alternatif-2 için optimal çözüm, 2 adet tesis-II'den yapılması
- Alternatif-3 için optimal çözüm, 1 adet tesis-III'den 1 adet tesis-V'den yapılması,
- Alternatif-4 için optimal çözüm, 4 adet tesis-III'den yatırım yapılması amaç denklemini maksimize etmektedir.

Yatırımcının hangi portföyü seçeceği kendisinin fayda tercihine bağlı olacaktır. Seçilen portföyün riski, daha önce gördüğümüz metodlara göre analiz edilebilir.

Mesela Alfa firması ikinci alternatife göre yatırım portföyü seçimini yaparsa bu durumda tesisin zarar etme olasılığı;

$Z = \frac{0-150}{57} = -2.63$ ve normal standart dağılım tablosundan % 4 bulunur.

Yani bu yatırım portföyünün zarar etme riski % 4 dür.

% 95 güven sınırları içerisinde ise $E(NBD) \pm 1,96 \delta$ dır. O halde sınırlar,

$$150-1,96 (57) < E(NBD) < 150+1,96 (57)$$

$$38,28 < E(NBD) < 261,72 \text{ olarak bulunur.}$$

Buraya kadar yatırım projelerinin değerlendirilmesinde riskin nasıl analiz edileceğini görmüş bulunuyoruz. Şimdi karar destek sistemleri ele alınacaktır.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KARAR DESTEK SİSTEMLERİ VE UYGULAMASI

4.1. KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

Buraya kadar projelerde riskin ölçülmesi üzerinde duruldu. Bu bölümde ise riskli projelerde karar destek sistemlerinin kullanılması üzerinde durulacaktır. Öncelikle karar destek sistemleri konusunda açıklama yapılacaktır.

Proje değerlendirilmesinde parametrelerin tespit edilmesi karar aşamasında önemli rol oynamaktadır. Bilgi çağı olarak isimlendirilen günümüzde ve yakın geleceğimizde karşılaşılan en büyük sorun, doğru güvenilir ve gerekli olan bilgilere yani parametrelere ulaşmaktır. Bu çerçevede gelişen teknoloji ile birlikte bilgisayar uyumlu sistemler, alternatif seçenekler arasından en uygun kararın verilmesi aşamasında yöneticilere ve karar veren yetkililere yetki alanlarını belirlemede, yüksek kalitede ölçme ve değerlendirme araçlarından yararlanma konusunda önemli bir destek sağlamaktadır. Karar destek sistemleri etkili bir karar süreci sonucunda ilgili ölçme ve değerlendirme araçlarını seçip, uygular ve sonuçlarını bir araya getirerek ilgililere sunar.

Gelişen teknoloji ile birlikte işletmelerin gerekli bilgileri elde etmesi, elde edilen bilgilerin doğruluğu ve bilgilere hızlı bir şekilde erişim önem kazanmıştır. Rekabet ve belirsizliğin olduğu günümüzde, yöneticiler firmaların yönetim politikalarını belirlerken bu bilgilere ulaşmak ve sistematik bir şekilde

analiz etmek isteyeceklerdir. Bu nedenle bilişimin önemini bir kat daha artmıştır⁸⁶.

21. yy.'da bilgisayar teknolojisinde meydana gelen hızlı değişimler, bilgisayara dayalı bilişim sistemlerinin önemini daha da arttırmıştır. Bilgisayara dayalı bilişim sistemleri beş temel sistemden meydana gelmektedir⁸⁷:

- 1- Veri işleme sistemi
- 2- Yönetim bilişim sistemleri
- 3- Karar destek sistemleri
- 4- Uzman sistemler
- 5- Ofis otomasyonu

Karar destek sistemleri (KDS), verileri ve matematiksel modelleri kullanarak yarı yapısal ve yapısal olmayan problemlerin çözümüne yardımcı olan ve karar vericilere karar aşamasında destek sağlayan bilgisayar temelli sistemlerdir⁸⁸. Hakkındaki gerekli bilgi ve verilerin açık ve net bir şekilde elde edildiği ve değişmeyen nitelikteki problemler yapısal problemler olarak tanımlanırken, hakkındaki gerekli bilgi ve verilerin açık ve net bir şekilde elde edilemeyip değişkenlik gösterdiği ya da belirsizliğin hakim olduğu problemler ise yapısal olmayan problemler olarak tanımlanır.

Rekabet ortamında belirsizliğin giderek artması ve çevresel şartların devamlı değişmesi geleneksel şartlar altında alınan yapısal kararları daha da kompleks hale getirmiş ve problem çözmeye katkı sağlayacak özel çözümler üretilmesi zorunluluğu ortaya çıkmıştır⁸⁹. KDS 1970'li yıllardan itibaren önem

⁸⁶ Steven Alter, **Information System: A Management Perspective**, California: The Benjamin/Cummings Pub. Co., 1996, s, 226.

⁸⁷ Joseph J. Geiger, Norman Pendegraft, Linda M. Geiger, "A PC-Based Project Management Tool", **Journal of System Management**, Mayıs-Haziran 1996, s, 54.

⁸⁸ Don Hellriegel, Susan E. Jackson, John W. Slocum, **Management**, Ohio: South-Western College Pub., 1999, s, 692.

⁸⁹ K.V. Sambasivarao, S.G. Deshmukh, "A Decision Support System for Selection and Justification of Advanced Manufacturing Technologies", **Production Planning and Control**, Cilt:8, No:3, 1997, s, 274.

kazanmaya başlamıştır. KDS gelişiminde; bilgisayar yazılım ve donanım teknolojisindeki ilerlemeler, karar alma işlevinin etkili hale gelmesi ve bu konuda artan çaba; tam, doğru ve kesintisiz bir şekilde bilgiye ulaşma arzusu, rekabet ortamının yoğun olması ve belirsizliğin giderek artması ve öncü üniversitelerde yapılan araştırmalar önemli rol oynamıştır⁹⁰.

4.2. KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN ÖZELLİKLERİ

Literatürdeki yazarların büyük kısmı KDS'ne karar alma sürecinde bilgisayarın üstlendiği rol açısından yaklaşmaktadırlar. Bir kısım yazarlar ise, KDS'ne veri işleme sisteminin elektronik boyutu olarak yaklaşmaktadırlar.

Firmaların karar alma sürecinde karar mekanizmasının etkinleştirilmesini sağlamak ve firmaları belirsizliğin etkisinden çıkarmak KDS'nin amacı olmuştur.

KDS'nin temel özellikleri aşağıda belirtilmiştir⁹¹:

- KDS özellikle yarı yapısal ve yapısal olmayan kararların alınmasına yardımcı olmalıdır,
- KDS olarak kurulan sistem firmaların tüm birimlerine ve tüm kademedeki yöneticilerinin karar vermelerinde yardımcı olmalıdır,
- KDS karar alma sürecinin tüm aşamalarında destek sağlamalıdır,
- KDS çeşitli karar verme süreçlerine destek sağlamalıdır. Fakat bunlardan birisine bağlı olmamalıdır,

⁹⁰ Pamela S. Levis, Stephen H. Goodman, Patricia M. Fandt, **Management Challenges in the 21st Century**, Minneapolis: West Publishing, 1995, s, 612.

⁹¹ Ralph H. Sprague, "A Framework for the Development of Decision Support System", **Decision Support System Putting Theory into Practice**, Derleyen: Ralph H. Sprague, Hugh J. Watson, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1989, s, 7.

Dilek Karahoca, Adem Karahoca, **İşletmeciler Mühendisler ve Yöneticiler İçin Yönetim Bilişim Sistemleri ve Uygulamaları**, İstanbul: Beta Yay., 1998, s, 33.

- KDS bağımsız kararları desteklediği gibi birbirine bağlı kararları da desteklemelidir,
- KDS'nin kullanımı kolay olmalıdır,
- KDS kullanıcılarına esneklik, uyumluluk ve hızlı cevaplar sunmalıdır,
- KDS kullanıcılarına girdi ve çıktıları kontrol imkanı verir,
- KDS profesyonel programcıdan yardım almadan çalışır,
- KDS karmaşık analiz ve modelleme araçları kullanır.

KDS alanında bu güne kadar yapılan çalışmalar dört dönemde incelenebilir⁹²:

1970'li yılların ilk yarısı:

Bu dönemde KDS, karar almak için bilgisayar desteğinden faydalanmaktadır. Sistemin temelinde, karar alma aşamasında bilgisayarın etkin kullanıldığı bir yönetim amaçlanmıştır. Bu dönemde KDS'den büyük beklenti vardır.

1970'li yılların son yarısı:

KDS yarı yapısal özellik taşıyan problemleri çözmede, karar alıcının veri tabanı ve matematiksel modelleri kullanarak bilgisayara dayalı bir etkileşim sistemi olarak önem kazandı. Bu dönemde KDS sadece karar aşaması ile sınırlı kalmamış aynı zamanda yazılım paketleri ile desteklenmiştir.

1980'li yılların ilk yarısı:

Bu dönemlerde KDS, firmalarda yönetim ve meslek faaliyetleri etkinliğinin artırılması için uygun teknolojileri kullanan bir sistem niteliğindedir. Bu dönemde KDS çerçevesinde kullanım kolaylığı olan yazılımlar artmıştır.

⁹² Türksel Kaya Bensghir, *Bilgi Teknolojileri ve Örgütsel Değişim*, Ankara: TODAİE Yay., No:274, 1996, s, 87.

1985 ve sonrası dönem:

Bu yıllardan itibaren günümüze kadar yapay zeka, sinir ağları ve akıllı iş istasyonlarından söz edilmeye başlanmıştır. Telekomünikasyon ve bilgisayardaki meydana gelen gelişmelere paralel olarak KDS önem kazanmış ve uzman sistemler gibi yeni teknolojik gelişmeler ortaya çıkmıştır. Bu sistemler KDS'nin uygulama alanını ve etkinliğini arttırmıştır.

4.3. KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN KARAR ALMA

SÜRECİNDEKİ YERİ

KDS yöneticilere karar vermelerinde yardımcı olmak üzere kurulmuş olup, esas işlevi kararın alınması değil kararın alınmasına destek olmaktır. KDS eldeki bilgilerle problemi analiz edip çözmeye çalışır. Karar verme süresince karar vericinin ilgili verileri bulup çeşitli çözümleri denemesine imkan sağlar.

Diğer bir ifadeyle KDS yöneticilere, hızlı değişme özelliği gösteren ve kolayca belirlenemeyen kararların belirlenmesinde yardımcı olur. Diğer bilgisayara dayalı bilişim sistemlerinden daha fazla analitik güce sahiptir. Ayrıca kullanıcının direkt olarak bu sistemle çalışmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. KDS interaktif sistemlerdir yani kullanıcılar mevcut varsayımları değiştirebilir veya yeni veriler ekleyebilmektedir⁹³.

KDS'nin gelişme evreleri dikkate alındığında sürekli bir gelişme gösterdiği görülmekte olup bu süreçte teknolojik gelişmeler önemli rol oynamıştır.

KDS sayesinde matematiksel model aracılığı ile yapısal olmayan sorunlara alternatif çözüm üretilerek yöneticinin en kısa zamanda optimum karara ulaşması, zaman ve maliyet tasarrufu sağlanmış olur.

⁹³ Nikitas-Spiros Koutsoukis, Belen Dominguez-Ballesteros, Cormac A. Lucas, Gautam Mitra, "A Prototype Decision Support System Planning Under Uncertainty" *International Journal of Physical Distribution and Logistics*, Cilt: 30, No:7/8, 2000, s. 641.

KDS'nin sağladığı faydalar aşağıda sıralanmıştır⁹⁴:

- Firmaların karar verme politikalarının belirli bir standartizasyona bağlanmasından dolayı kurumsal yapı kazanmasına yardımcı olur,
- Firmaların planları ve uygulama modelleri arasında uyum sağlar,
- Problemi çözmeye alternatiflerin arttırılmasını ve optimum alternatifin seçilmesini sağlar,
- Belirsizliğin hakim olduğu ortamlarda ani gelişen problemlerin çözümüne yardımcı olur,
- Yöneticilerin karar verme aşamasında daha rasyonel olmalarını sağlar,
- KDS problemin yapısına göre yazılım elemanlarının desteğinde gereken uyumu sağlayabilir. Problemin zorluk derecesine göre KDS gelişme sağlar,
- Firmanın bütün birimleri arasında etkileşimi kuvvetlendirir,
- Firmalarda takım ruhunun gelişmesine katkı sağlar,
- Karar sürecinin her aşamasında yönetimin kontrolü ve etkinliği artar,
- İç kontrol mekanizmasının gelişimine katkı sağladığı için denetim süreci daha etkili olur.

KDS'ni kullanan firmalar kullanmayanlara göre daha avantajlıdır. Bu avantajlar aşağıda sıralanmıştır:

- Karlılık daha yüksektir.
- Karlılık daha kararlı bir seyir izler, zaman içerisinde daha az bir değişme gösterir.
- Güvenirliliği, bilgi tabanlı olduğu için fazladır.

⁹⁴ Michael A. Hill, R. Dennis Middlesmist, Robert L. Mathis, **Management Concepts and Effective Practice**, Saint Paul: West Publising, 1986, s, 553.

- Bütün birimlere uyum sağlamaktadır.
- Karara ulaşma süresi daha kısadır. Zaman tasarrufu sağlanır.
- Alternatiflerin seçiminde katlanılan maliyet en düşüktür.
- Daha fazla alternatifin göz önünde bulundurulup analiz edilmesi imkanını sağlar.
- Karar verme sürecinde alınan kararları gerekçeli olarak açıklayabilme imkanına sahiptir.

KDS'nin çok çeşitli alanlarda çeşitli uygulamaları mevcuttur. Genellikle hem küçük boy bilgisayarlarda (PC) hem de büyük boy bilgisayarlarda kullanılabilir. Tek bir yöneticiye hitap ettiği gibi birden fazla yönetici grubuna da hitap etmektedir.

Uygulamada KDS firmaların üretim, pazarlama, muhasebe, finansman, personel gibi birimlerinde destek sağlamak amacı ile kullanılmaktadır. Burada KDS'nin görevi firmaların bu birimlerindeki karar alma sürecinde yöneticilere destek sağlamak ve analiz imkanı vermektir.

KDS'nin problemin yapısına göre işlerliği ve kontrol tipleri aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 4-1: Genel Olarak Karar Destek Yapısı

Kontrol Karar	Operasyonel Kontrol	Yönetimsel Kontrol	Stratejik Planlama	Destek İhtiyacı
Yapısal	Alıcılardan alacak hesapları	Bütçe sistemi, kısa vadeli tahmin, personel raporları	Finansal yönetim ve dağıtım sistemi	Yönetim Bilişim Sistemi, Yöneylem Araştırması
Yarı-Yapısal	Üretim ve envanter yatırım kontrolü	Kredi değerlendirmesi, proje kuruluş yeri	Yeni üretim planlaması, yeni fabrika, birleşmeler, kalite planlaması	Karar Destek Sistemleri
Yapısal Olmayan	Yazılım satın alma	Uzlaşma, yönetici seçimi, donanım alımı	AR-GE planlaması, yeni teknoloji gelişimi	KDS, Uzman Sistemler, Sınır Ağları
Destek İhtiyacı	Yönetim Bilişim Sistemi Bilimi	Yönetim Bilimi KDS, Uzman Sistemler	Sınır Ağları, Uzman Sistemler	

Kaynak: Efraim Turban, **Decision Support And Expert System Management Support System**, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1995, s. 8

4.4. KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

KDS temelde, sınıflandırılmış verilerin işlenerek depolanmasını sağlayan veri tabanları sayesinde matematiksel ve istatistiksel modeller yardımı ile işler.

KDS temel olarak aşağıdaki 4 alt sistemden meydana gelmektedir⁹⁵:

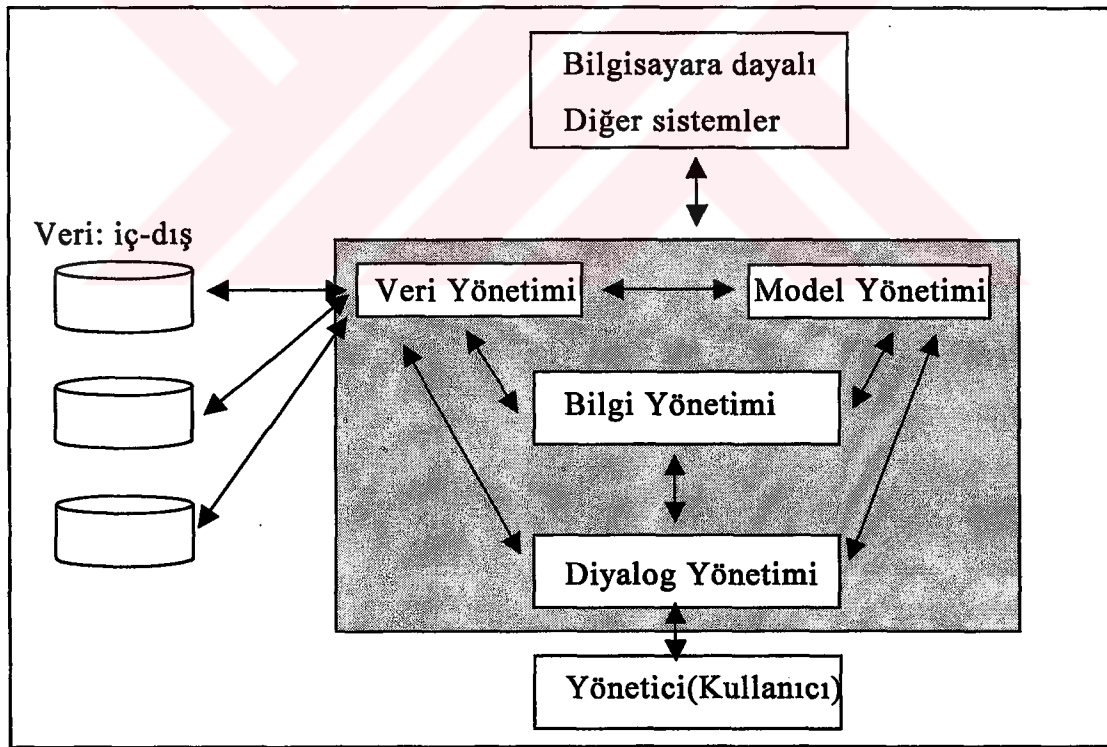
- 1- Veri Yönetimi: Veritabanı yönetim sistemi olarak da ifade edilen, yazılım tarafından yönetilen ve uygun verileri içeren durum yönetimidir.

⁹⁵ Efraim Turban, **Decision Support And Expert System Management Support System**, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1995, s. 88.

- 2- Model Yönetimi: Finansal, istatistiksel, yönetim bilimi, ve diğer kantitatif modeller tarafından sağlanan analitik destekli yazılım paketidir.
- 3- İletişim: Kullanıcıların birbirleri ile ve kendilerine gerekli olan verilerle karşılaşmasıdır.
- 4- Bilgi Yönetimi: Gerçekte bağımsız bileşenler olarak veya diğer alt sistemlerden herhangi birisini destekleyebilen opsiyonel sistemdir.

Bu bileşenler KDS'nin yazılım birimlerini meydana getirmektedir. Ancak sonuçta kullanıcı da sistemin bir parçası olarak düşünülmelidir⁹⁶.

KDS'nin alt bileşenleri ile birlikte düşünüldüğünde kavramsal modeli aşağıdaki şekilde sunulabilir:



Şekil 4-1: KDS'nin Kavramsal Modeli

Kaynak: Turban, a.g.e., s, 88.

⁹⁶ Ray Wild, *Production and Operations Management*, Oxford: Cassell Pub. 1995, s, 114.

Şekil 4.1'den anlaşıldığı üzere KDS kavramsal olarak altı bileşenden oluşmaktadır:

- 1- Veri yönetimi
- 2- Bilgi yönetimi
- 3- Model yönetimi
- 4- Diyalog yönetimi
- 5- Kullanıcı
- 6- Veri

Veri yönetimi verilerin sisteme girilmesi ve saklanması ile ilgili işlemlerin yürütüldüğü birimdir. Model yönetimi ise daha önce girilmiş olan bu verileri matematiksel model çerçevesinde analiz imkanı sunan yazılımdır⁹⁷. Diyalog yöneticisi uç kullanıcılar ile arabirimler arasında iletişimi sağlayan araçtır. Bilgi yönetimi ise uzman bir çözüm gerektiren sorunlara çözüm bulmak için kullanılan uzman sistemlerdir.

KDS yönetime sağladıkları destek ve fonksiyonel olarak kullanıldıkları alanlara göre de sınıflandırılabilir⁹⁸:

4.4.1. Veri Giriş Sistemi

Bu sistem kullanıcıya istenildiği zaman (ad hoc-temel sorgu biçimi) veri girişi sağlar. Temelde elle yapılan veri giriş işlemleri mekanik hale getirilerek her dilde veri girişi imkanı sağlanmaktadır. Amaç, belli özellikteki verilere on-line olarak istenildiği zaman ulaşılması imkanındır.

⁹⁷ Susan Coles, Jennifer Rowley, "Spreadsheet Modelling for Management Decision Making", **Industrial Management and Data Systems**, Sayı: 7, 1996, s, 18.

⁹⁸ Vladimir Zwass, **Management Information System**, New-Jersey: Wm.C.Brown Pub., 1992, s, 538.

David R. Anderson, Dennis J. Sweeney ve Thomas A. Williams, **Quantitative Methods for Business**, St Paul: West Publishing Company, 1986, s, 706.

4.4.2. Veri Analiz Sistemi

Bu sistem cari ve tarihi verileri hem istenildiği zaman hem de periyodik olarak analiz etmeye yardımcı olur. Portföy analizi sistemi bu kategoriye dahil olan ilk sistemdir. Havayolunu taşımacılığında rakiplerin performanslarını karşılaştırmak için kullandıkları sistem buna bir örnektir.

4.4.3. Tahmine Yönelik Veri Analiz Sistemi:

Bu sistem genellikle üretim ve kalkınma planlarında değerlendirilir. Pazar payı tahmini, satışların tahmini ve rekabet faaliyetlerinin analizini içerir. İç-dış pazar ve üretim verileri, tarihi verilerin serisini meydana getirir. Bu sistem pazarlama modelinin çeşitlerinin temelini oluşturur.

4.4.4. Muhasebe Modeli Esaslı Sistem:

Bu sistem hedeflenen planların alternatiflerini dikkate almak için kullanılır. Sistem bilanço, gelir tablosu ve diğer finansal tabloların tahmin edilmesini sağlar. Tahmin edilen maliyet ve gelirleri sistemin tahmini verileri olarak kabul eder ve sisteme bu veriler girilir. Eğer....ise, ne (what-if) analizi burada alternatiflerin karşılaştırılması için kullanılır.

4.4.5. Temsil Modeli Esaslı Sistem

Bu sistem hazır standart formülün kullanılması gibidir. Model daha çok kontrol edilebilir değişkenler (ürün fiyatı v.b.) arasındaki bağımsızlığı gösterir. Temel olarak hesaba dayalı olmayan ifadeleri içeren bir modeldir. Bu ise simülasyon tekniğidir.

4.4.6.Optimizasyon Modeli Esaslı sistemi:

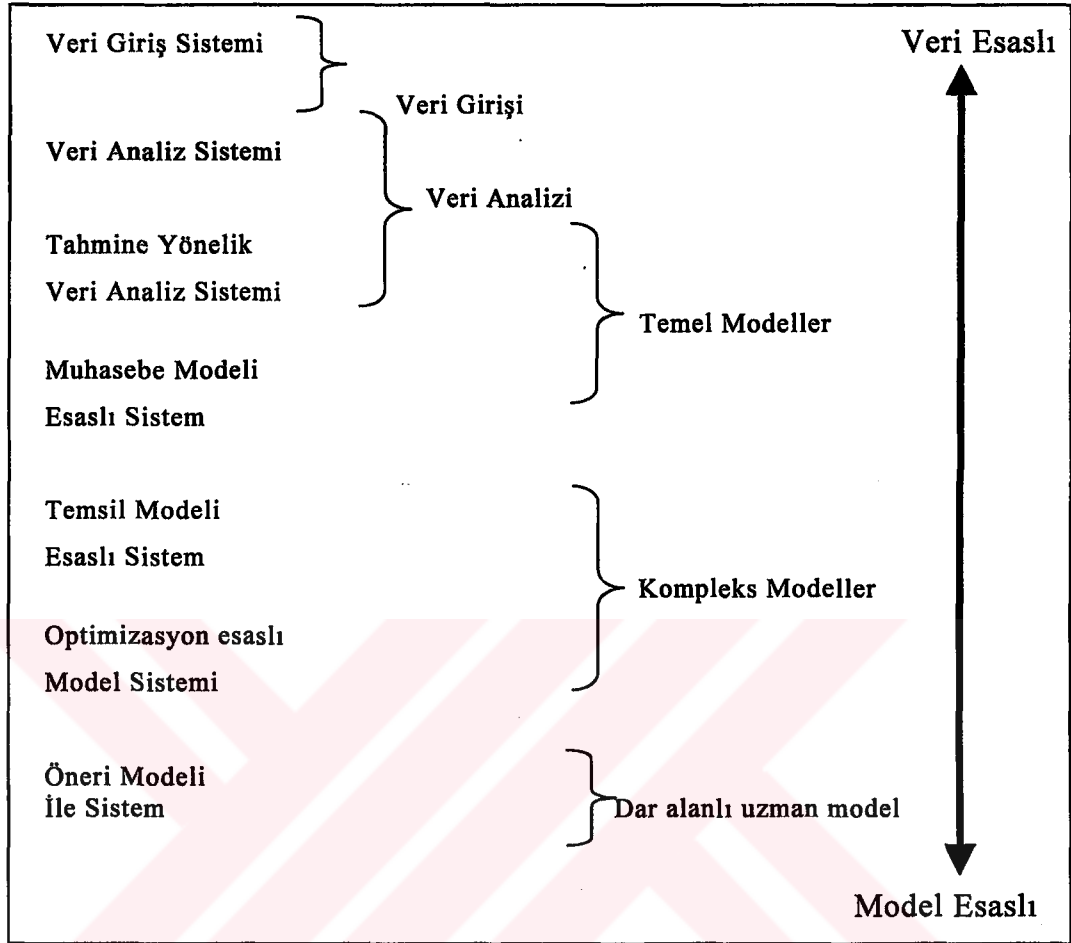
Optimizasyon modeli, yönetim bilimi tarafından tahsis edilen optimal kaynağı veya en iyi muhtemel alternatifleri tanımlamak için geliştirilmiştir. Mesela lineer programlama modelini kullanarak karı maksimize etmek veya riski minimize etmek amacı ile ürün çeşitlendirilmesine gidilebilir.

4.4.7.Öneri Modeli İle Sistem:

Bu sistem gerçekte teklif edilen kararlar ile KDS'nin "örtüyü itmesi"dir. Bu sistemde, uzman teknolojilere bağlı, bilgi kökenli çözümler dar alanlarda veri olarak teklif edilebilir. Mesela sistem üretilen bir mamulün fiyatını teklif edebilir.

Bu sistemler temel olarak veri esaslı ve model esaslı olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Açıklanan karar destek sistemlerin sınıflandırılması ve hangi gruba daha yakın olduğu aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

KDS'nin yapılan bu sınıflandırılması aşağıdaki şekilde gösterilmektedir:

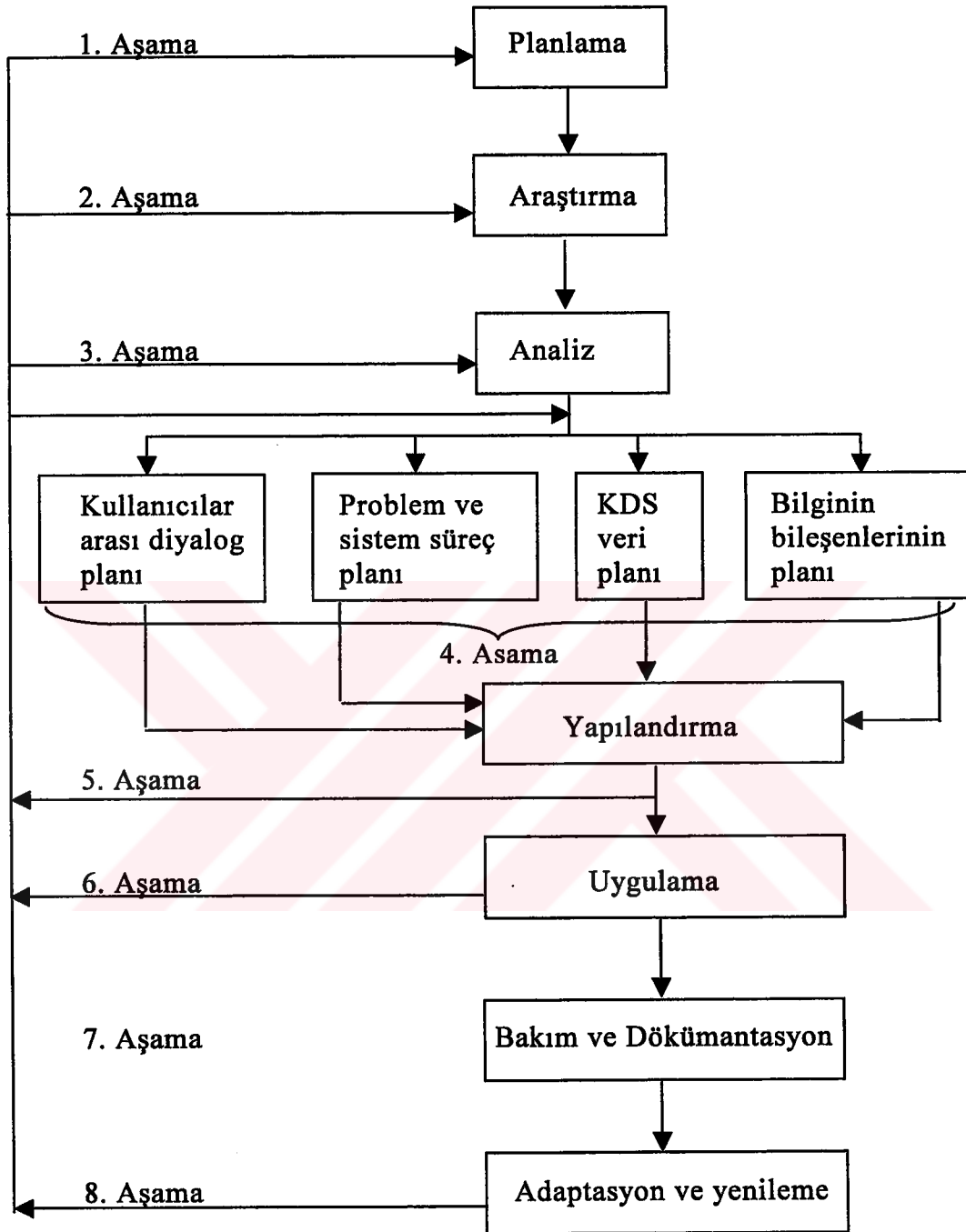


Şekil 4-2: KDS'nin çeşitleri

Kaynak: Zwass, a.g.e., s. 541

4.5. KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN UYGULAMA AŞAMALARI

Yöneticiler tarafından etkin bir biçimde kullanılan KDS'nin uygulama aşamalarına ait akış diyagramı aşağıda görülmektedir.



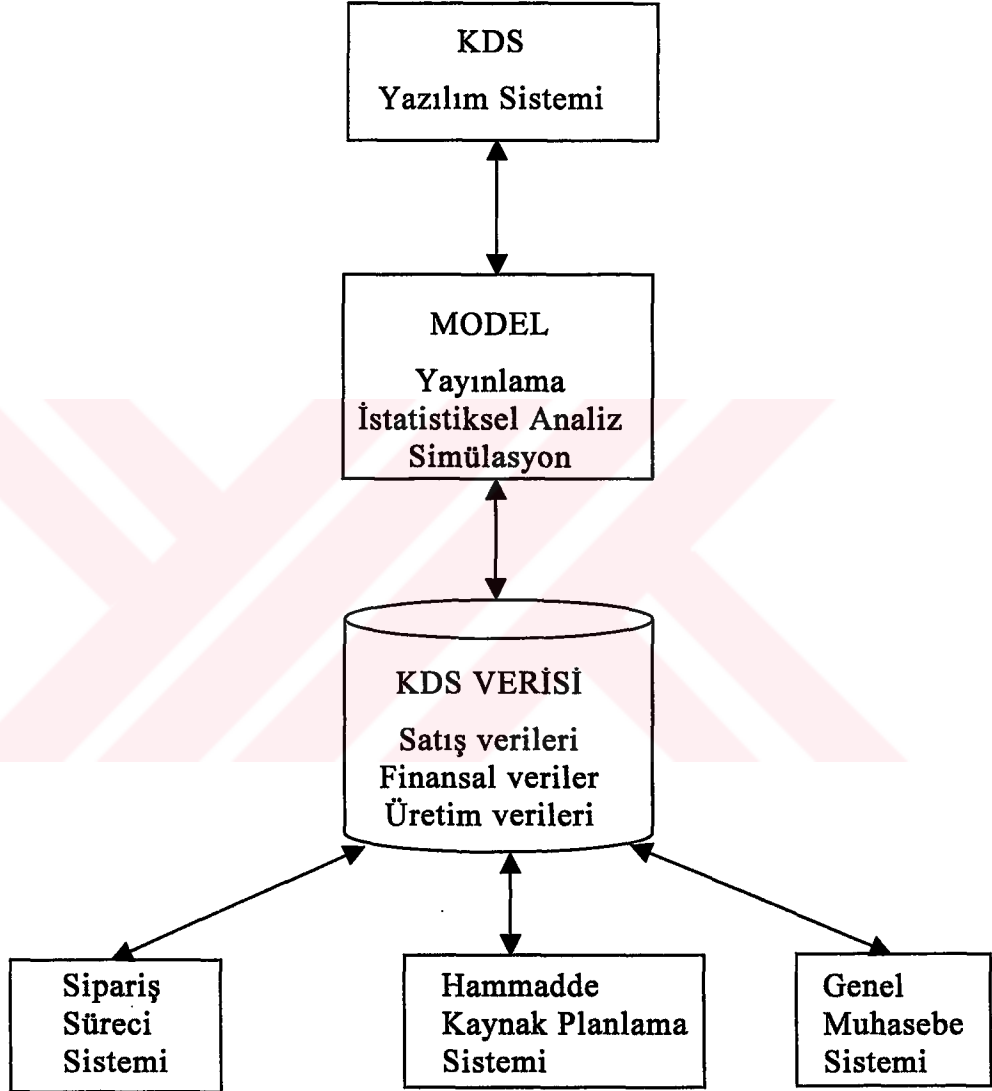
Şekil 4-3: KDS'nin uygulama aşamaları

Kaynak: Turban, a.g.e., s, 270.

KDS esas olarak veri, model ve yazılım olarak üç temel bileşenden oluşmaktadır⁹⁹:

⁹⁹ Kenneth C. Laudon, Jane Price Laudon, **Business Information Systems A Problem Solving Approach**, Orlando: The Dryden Press, 1994, s, 531.

Bu bileşenler birbirlerini tamamlayıcı unsurlardır. KDS aşamasında öncelikle bu üç unsurun etkileşimli olarak bir araya getirilip daha sonra KDS'nin uygulama aşamalarına geçilmelidir. Bu üç temel unsur aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 4-4: KDS'nin Temel Unsurları

Kaynak: Kenneth C. Laudon, Jane Price Laudon, **Business Information Systems A Problem Solving Approach**, Orlando: The Dryden Press, 1994, s, 531.

Yöneticiler tarafından en çok karşılaşılan yarı yapısal ve yapısal olmayan problemlere dinamik bir çözüm imkanı veren KDS'nin uygulama aşamalarının gelişim süreci ise şöyledir¹⁰⁰:

¹⁰⁰ Turban, a.g.e., s, 269-272.

4.5.1. Planlama

Planlama aşamasının temelini problemin teşhis edilmesi ve değerlendirilmesi oluşturur. Burada KDS'nin amaçları ve bu amaçlara ulaşmak için kullanacağı araçları tanımlanır. Karar için gerekli verilerin tanımlanması ilk adım olacaktır. Mesela bir firma tarafından portföy seçim sistemi olarak hazırlanan KDS için anahtar veriyi müşterilerin seçeceği hisse senetleri oluşturacaktır. Burada seçilen hisse senetleri pek çok faktörlerden etkilendiği için portföy yöneticilerinin bilgi sağlaması zor olabilir. Müşterilerin çoğu korumacı ve çekimser olduğu için kısa vadeli ve düşük riskli hisseleri tercih edeceklerdir. Bazıları ise daha büyük getiri elde etmek için yüksek riski tercih edeceklerdir.

KDS için anahtar kararlarla ilgili iki önemli nokta vurgulanmalıdır. Birincisi, planlama aşamasında KDS yöneticilere sadece bilgi sağlayan bir araçtır. Son kararı yönetici kendisi verir. İkincisi ise, karar vermek için gerekli olan bilgileri sağlamadaki zorluğun bilinmesidir¹⁰¹.

4.5.2. Araştırma

Bu aşamada süreç, ulaşılabilir kaynaklar ve yöneticilerin ihtiyaç duyduğu ilgili veri adreslerinin belirlenmesi veya konusunda uzman diğer kuruluşların çalışmalarının temin edilmesidir. Burada KDS çevresi tamamen kontrol edilir.

4.5.3. Analiz

Bu aşama, planlanan sistemi uygulamak için gerekli özel kaynakları ve en iyi yaklaşımın tanımlanmasını içerir. Temel olarak yapılan bu çalışmalar fizibilite etüdü olarak değerlendirilir. Sağlanan bilgiler ışığında karar vericiler için ideal bir model tanımlanmaktadır.

¹⁰¹ James A.F. Stoner, Charles Wankel, *Information Systems and Control*, New Jersey: Englewood, 1986, s, 637.

4.5.4. Dizayn Etme

Bu aşamada sistem bileşenlerinin yapısı, özellikleri ve çeşitleri tanımlanır. Burada oluşturulan dizayn KDS'nin ana bileşenlerine benzeyen dört parçaya bölünebilir. KDS'nin dört ana bileşeni ise;

- Veri tabanı ve yönetimi,
- Model temeli ve yönetimi (KDS'nin problem çözme parçası),
- Bilgi yönetim alt sistemi,
- İletişim alt sistemidir.

Bu aşamada bunlardan uygun olan bir tanesinin seçilmesi ve yazılım olarak gerçekleştirilmesi gerekir.

4.5.5. Yapılandırma

KDS, kullanılan araçlara ve dizayn metodolojine bağlı olarak farklı şekillerde yapılandırılabilir. Yapılandırma dizayn etmenin teknik uygulamasıdır. Kurulmuş bir sistem olarak KDS, bu aşamada devamlı test edilir ve geliştirilir. Bu aşamada KDS herhangi bir network ağına bağlı değildir. Sadece yapılandırılması tamamlanmaktadır.

4.5.6. Uygulama

Yapılandırma aşamasının sonunda sistem uygulanmak için hazırdır. Uygulama aşaması aşağıdaki takip edilen işlerden oluşur¹⁰²:

- Test etme,
- Değerlendirme,

- İspat etme,
- Oriyantasyon (çevresel şartlara uydurma),
- Gelişme eğitimi,
- Dışa açılma.

Test aşamasında sistemin çıktı verileri toplanarak sistemin dizayn özellikleri ile karşılaştırılır.

Değerlendirme aşamasında uygulanan sistemin kullanıcıların ihtiyaçlarını hangi düzeyde karşıladığı belirlenmeye çalışılır. Teknik ve yönetime ait olan veri kayıpları belirlenir. KDS, devamlı olarak değiştiği ve gelişme gösterdiği için sistemi bütün olarak değerlendirmek zordur. Test ve değerlendirme aşamaları genellikle yapılandırma ve dizayn aşamalarındaki değişmelerin bir sonucudur. Bu aşama dönüşümlüdür yani sistem kendi kendini birkaç defa değerlendirir.

İspat etme aşamasında tüm sistemin yetenekleri ve kullanılabilir olması ortaya konulur. Sistemin uygulanması, seyretmeye gelenlere inandırılır. Sonuçta onlar sistemi az ve şüpheleri olsa da kabul ederler.

Eğitim aşamasında kullanıcılar sistemin özellikler ve fonksiyonları konusunda eğitilirler. Kullanıcılar sistemin ne kadar önemli olduğu konusunda eğitim alırlar.

Artık sistemin tümü bir ağ üzerinden bağlı bütün şirketlerine ve kurucularına araştırma için açıktır.

¹⁰² Peter G.W. Keen, "Value Analysis: Justifying Decision Support System" **Decision Support System Putting Theory into Practice**, Derleyen: Ralph H. Sprague, Hugh J. Watson, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1989, s. 58.

4.5.7. Bakım ve Dökümantasyon

Bu aşama kullanıcılar için sistemin kesintisiz desteğinin planlanması amaçlanır. Dökümantasyon kullanılarak sistem daha da geliştirilir.

4.5.8. Adaptasyon

Bu aşama, ilk aşamadan itibaren kullanıcıların ihtiyaç duydukları değişikliklerin bir bütün olarak sistemin içinde yeniden yapılandırılmasını sağlamaktır. Ancak bu aşamaların hiç birisi doğrusal değildir.

4.6. KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN RİSK ANALİZİNDE

KULLANILMASI

Firmaların karşılaştığı yapısal olmayan problemlerin en önemlisi belirsizlik altında karar vermektir. Firmanın halihazır imkanları ile alternatif yatırımların arasından optimum olan yatırımın belirlenmesi kararı temelde risk ve getiri analizine dayanır. Karar vericilerin kompleks bir yapı içeren bu sorunu daha hızlı ve etkin bir şekilde çözmeleri için KDS yardımcı olmaktadır. Bu konuda gelişen teknoloji ile birlikte çeşitli yazılım paketleri mevcuttur. Karar vericiler bu yazılım paketleri sayesinde yatırım projelerine ait risk analizini, matematiksel modeller yardımı ile daha hızlı ve etkin bir şekilde ilgili kişilere sunacak şekilde yapmaktadırlar.

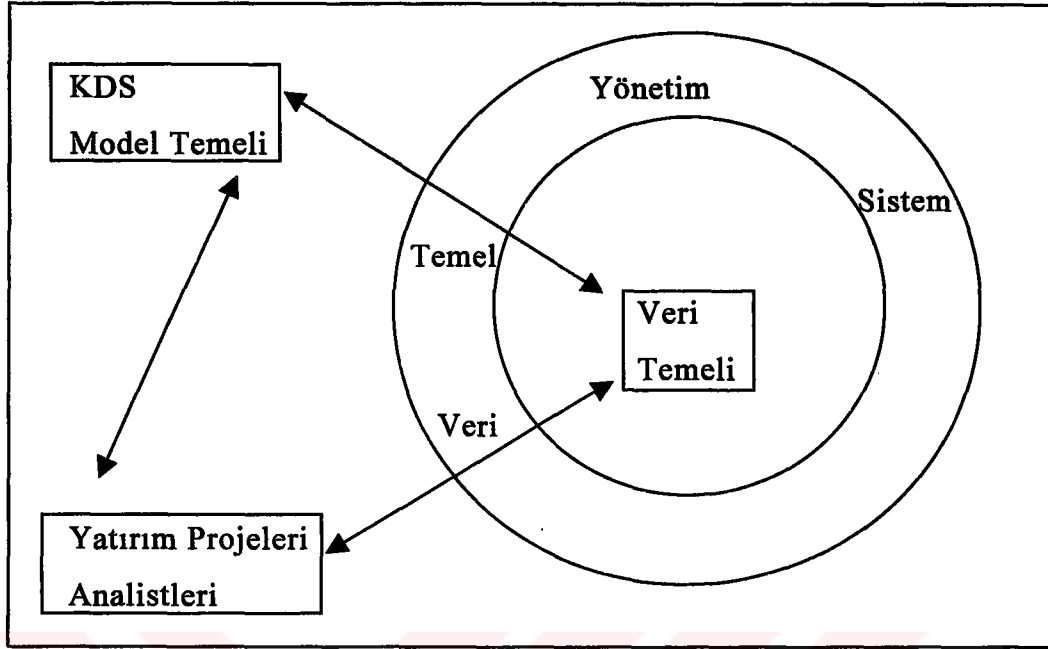
Firmalar için KDS'nin kurulması ve geliştirilmesi çeşitli düzeylerde farklılık göstermektedir. İhtiyaca göre cevap verebilen KDS'nin sağladığı destek aşağıdaki şekilde görülmektedir.

KDS'nin Sağladıkları	Cevap Verilecek Sorular
İşlenmemiş veri ve veri giriş durumu	nedir?
Genel analiz yeteneği	nedir?/Niçin.....?
Modelin temsil edilmesi (finansal durum) Nedeni olan modeller (tahminleme, teşhis etme)	ne olacak?
Çözüm desteği	Eğer ise, ne? (What if ?)
Çözümün seçimi	En iyi ne? Ne yeterince iyi?

Şekil 4-5: KDS ile sağlanan destekler

Kaynak: Turban, a.g.e., s, 105.

Firmaların yeni yatırım yapmaları ve var olan yatırımlarını genişletmeleri ve yenilemeleri aşamasında ise bir takım zorluklar yaşamaktadırlar. Ekonominin değişken olması firmaların uzun vadeli yatırım planları yapmalarını zorlaştırmaktadır. Gelecekte belirsizlik hakimdir ve risk faktörü en önemli etkidir. Firmaların bir yatırım projesinde hangi risklerle karşılaşacakları ve bu risklerin projelerin maliyet-kar trendini ne yönde ve ne kadar etkileyeceği projenin seçim safhasında önemlidir. Yatırım projeleri değerlendirilirken risklerin sistematik bir şekilde analiz edilmesi firmaların normal faaliyetleri dışında uzmanlık isteyen bir konudur. Ancak oluşturulacak KDS sayesinde firmaların muhtemel karşılaşacağı riskler ve bu risklerin analizi sistematik bir şekilde belirlenip analiz edilebilir. Günümüzde risk analizleri, paket programlar sayesinde kolayca yapılmaktadır. Yatırım projeleri değerlendirilirken KDS ile olan ilişkisi aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 4-6: Yatırım Projeleri Analizinde KDS

Kaynak: Lawrence Gordon, George Pinches, **Improving Capital Budgeting: A Decision Support System Approach**, Canada: Addison-Wesley Pub., 1984, s, 25.

Bir yatırım projesinin değerlendirilmesinde risk analizi yapılması için günümüzde firmalar tarafından çok sayıda yazılım geliştirilmiştir. Bunlardan en çok kullanılanları şunlardır:

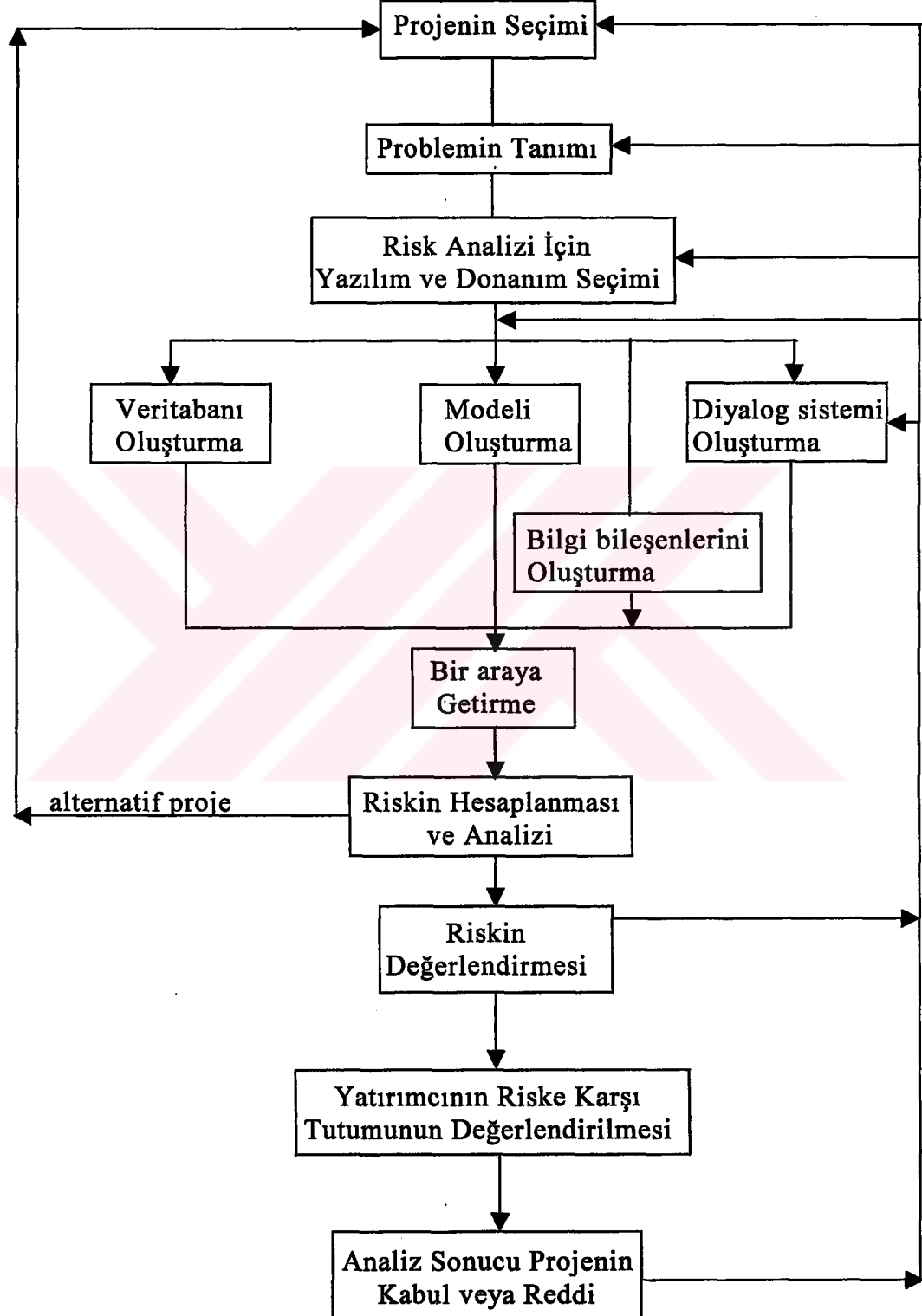
Tablo 4-2: KDS paket programları

Satıcı Firma	Yazılım Ürünü
AB Tech Corp	AIM
AI Technologies	Mercury KBE, ISIU, MIDS
ARITY Corp.	The Arity/Expert Development Package
ATTAR Software	Xpert Rule
Carnegie Group	Test Bench
Cimfelx	M-4
Cognitive System	Remind
Computer Associates	Knowledge Analysis
Exsys Inc.	EXSYS Professional
Gensym Corp.	G2, Reactive
Gold Hill Inc.	Gold Works III
The Haley Enterprise	Eclipse Windows
IBM	TIRS, ESE, AD
Integrated System	RT/Expert
Intelli Corp.	Kappa PC
Intelligent Inc.	CRYSTAL
Jordan-Webb Info System	EXSYS
KDS Corp.	KDS 3
Logic Programming	FLEX
MIS Int.	Consult I
Norrad	Netlink +
Softsync Inc.	SUPEREXPERT
Software Plus Ltd.	CxPert
Symbologic Corp	Adept
World Tech System Inc	VP Expert

Kaynak: Turban, a.g.e., s, 287.

Projenin değerlendirilmesinde risk analizi yapılırken yazılımların hangisinin kullanılacağı veya yeni bir yazılım hazırlanıp hazırlanmayacağı, yatırımcının sübjektif görüşüne ve yazılımların özelliklerine bağlıdır. Ancak

alternatifler arasından seçilen bir yatırımın risk analizinin KDS ile yapılmasında aşağıdaki sürecin izlenmesi gerekir.



Şekil 4.7: Risk Analizinde KDS geliştirilmesinin süreci

Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde risk analizi yapılırken yatırımcıya bilgisayar etkileşimli destek sağlamak için KDS'nin oluşturulması gerekir. KDS'nin uygulanmasında ise süreç şöyledir:

4.6.1. Problemin Tanımı

Bir yatırımcı belirsizlik altında alternatif yatırım projeleri arasından sübjektif veya objektif verileri kullanarak bir seçim yapmak durumundadır. Bu seçimin hangi tekniklerle ve nasıl yapıldığını ikinci ve üçüncü bölümde ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştı.

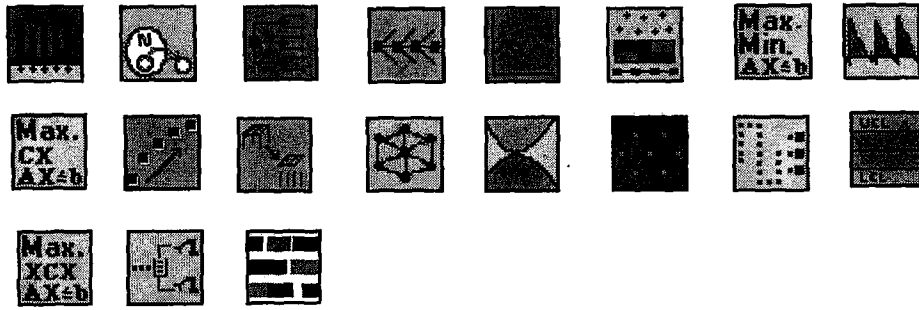
Ancak gelişen teknoloji ile birlikte alternatif yatırımlar arasından optimum olan yatırım portföyünün belirlenmesi de KDS ile daha kolay olmaktadır. Bu çalışmada alternatif yatırım projeleri arasından seçim yapıldıktan sonra seçilen yatırım projesi bağımsız bir proje olarak düşünülüp kendi içerisinde risk analizi yapılacağı varsayılmıştır.

O halde yatırımcının amacı minimum risk ve maksimum getiri ile bir optimum yatırım portföyü oluşturmak veya seçilen yatırım projesinin risklilik derecesini ölçmektir.

4.6.2. Risk Analizi İçin Yazılım ve Donanım Seçimi

Günümüzde firmalar tarafından geliştirilmiş olan çok sayıda yazılım mevcuttur. Yatırımcı amacına uygun olarak bu yazılımları kullanabilir. Risk analizi için günümüzde en çok kullanılan yazılımların listesi 93. sayfada verilmişti.

Bu çalışmada ikinci ve üçüncü bölümde incelemiş olduğumuz risk analizi metodlarını WinQSB programı kullanarak göstereceğiz. WinQSB programında daha önce açıkladığımız metotlara ilişkin hazır modüller vardır. Bu modüller görsel olarak şöyledir:



WinQSB programının bu çalışmada seçilmesinin sebebi;

- Herkes tarafından elde edilebilir olması,
- Her yerde bulunabilir olması,
- Görsel bir program olması,
- Maliyetlerinin düşük olması,
- Kullanımının kolay olması,
- Profesyonel bir bilgisayar uzmanı yardımı olmadan kullanılabilmesidir.

4.6.3. Veri Tabanının Oluşturulması

Bu çalışmada paket programlar kullanıldığı için bu programlarda veri tabanı oluşturulmuş durumdadır. Yatırım projesinin risk analizi yapılırken gerekli parametreler veri işleme dilinde ilgili programa girilir. Burada veri kodlarına göre veriler tanımlanır. Program çalışmaya başladığı zaman parametrelere ilişkin notasyonlar daha önce oluşturulan veriler sayesinde sorgulama ekranı olarak karşımıza çıkar.

4.6.4. Modelin Oluşturulması

Bu çalışmada hazır paket programlar kullanıldığı için risk analizinde kullanılacak olan modeller modül halinde ayrı ayrı sunulmuştur. Bu bize KDS'nin kullanım kolaylığını göstermektedir. Ancak temelde kullanılacak risk analiz yöntemi belirlendikten sonra bunun matematiksel olarak formüle edilip veri tanımlama dilinde bilgisayara girilmesi gerekir. Bu ise programlama dilleri ile mümkün olur.

4.6.5. Verilerin Girilmesi

Bu çalışmada WinQSB programı KDS'nin uygulanmasında kullanılacağı için sorgulama ekranında yatırım projelerine ait sübjektif veya objektif verilerin girilmesi gerekir. Bu sorgulama ekranı ilerideki sayfalarda görüntü olarak sunulacaktır.

4.6.6. Problemin Çözülmesi ve Analiz

Bu son aşamada ise yatırım projesine ait veriler programa girildikten sonra problemin hızlı ve etkili bir şekilde çözülmesi ve karar vericiler tarafından yatırımcıya sunulacak şekilde analiz edilmesi gerekir.

4.7. KARAR DESTEK SİSTEMLERİ UYGULAMALARI

Bu çalışmada yatırım projelerinin değerlendirilmesinde risk analizi yöntemlerini ikinci ve üçüncü bölümde inceleyip analiz yöntemlerinin işleyiş ve çözüm mantığını irdelendi. Burada ise ikinci ve üçüncü bölümlerde çözülen örneklerin KDS olan yazılımlar sayesinde hızlı ve görsel bir biçimde nasıl yapıldığı incelenecektir.

KDS aracı olarak seçilen WinQSB 19 modülden meydana gelmektedir. Bunlar; Acceptance Sampling Analysis, Aggregate Planning, Decision Analysis, Dynamic Programming, Facility Location and Layout, Forecasting, Goal Programming, Inventory Theory and System, Job Scheduling, Linear and Integer Programming, Markov Process, Material Requirements Planning, Network Modelling, Nonlinear Programming, PERT_CPM, Quadratic Programming, Quality Control Chart, Queuing Analysis, Queuing System Simulation. Bu modüllerin ikonları yukarıda gösterilmiştir.

KDS aracı olarak seçtiğimiz WinQSB ile proje riskinin nasıl analiz edileceği örnekler üzerinde aşağıda gösterilmiştir.

4.7.1. Oyun Teorisinin KDS Uygulaması

Çalışmanın ikinci bölümünün 38. Sayfasında verilen örneği ve çözümü WinQSB (Version 1.00) programında çözelim. Programda bulunan “Decision Analysis” modülünde bayesian analizi, ödemeler tablosu, iki kişili sıfır toplamli oyun teorisi ve karar ağaçları analizi yapılmaktadır. Program açılışı aşağıdaki gibidir.



Program açıldıktan sonra yukarıda sayılan seçeneklerden bir tanesi tercih edilerek programın veri tabanı ile oluşturulan sorgulama ekranına ulaşılmaktadır. Bu ekran aşağıdadır:

Burada A firması için 3 strateji ve B firması için 4 strateji belirlenmiştir. Bu stratejilerin sorgulama ekranına girildikten sonra rakip firmaların alternatif seçeneklerinin oyuna girmesi gerekir. Bu durum ise aşağıda görülmektedir.

Player1 \ Player2	B-1	B-2	B-3	B-4
A-1	7	-1	8	-2
A-2	5	4	5	7
A-3	-1	3	-8	4

Bu iki rakip firmanın oyunlarının kullanılan program sayesinde çözümü son derece kolaydır. Şöyle ki;

01-20-2003	Player	Strategy	Dominance	Elimination Sequence
1	1	A-1	Dominated by A-2	4
2	1	A-2	Not Dominated	
3	1	A-3	Dominated by A-2	1
4	2	B-1	Dominated by B-2	3
5	2	B-2	Not Dominated	
6	2	B-3	Dominated by B-1	2
7	2	B-4	Dominated by B-2	5
	Saddle	Point	(Equilibrium)	is Achieved!!
	The Best	Pure	Strategy for Player 1:	A-2
	The Best	Pure	Strategy for Player 2:	B-2
	Stable	Payoff	for Player 1 =	4
	Player 1	is	Winning!!!	

Çözüm tablosunda görüldüğü gibi A firması için en iyi strateji A_2 , B firması için ise en iyi strateji B_2 dir. Bu durumda oyunun değeri 4 olup kazanan oyuncu A firmasıdır.

Görüldüğü gibi KDS olmadan yapılan çözümlerde her bir oyun için ayrı ayrı hesaplama yapılması gerekirken bilgisayar programları sayesinde yatırımcı için son derece hızlı ve güvenilir sonuçlar elde edilmektedir.

4.7.2. Belirsizlik Halinde Kullanılan Diğer Kriterlerin

KDS Uygulaması

KDS aracı olarak kullandığımız WinQSB yazılımı 2.1.7 nolu bölümde incelediğimiz kriterlerin hepsini birde analiz etmektedir. Programın açılışında biz bu kriterleri seçmek için ödemeler tablosu seçeneğini ve alternatif yatırım sayısı ile olması muhtemel şartların girilmesi gerekmektedir.

Problem Specification

Problem Type

☐ Bayesian Analysis

☒ Payoff Table Analysis ☐ Survey Information Available

☐ Two-player, Zero-sum Game

☐ Decision Tree Analysis

Problem Title

Number of the States of Nature:

Number of Decision Alternatives:

OK **Cancel** **Help**

İkinci bölüm 41. sayfadaki örneği bilgisayar yazılımına uyguladığımız zaman öncelikle probleme ait verilerin girilmesi gerekir. Soruya ilişkin verilerin girildiği ekran şöyledir;

Decision \ State	İyi ekonomik	Orta Ekonomik	Kötü ekonomik
Prior Probability	1.33333333333333	1.33333333333333	1.33333333333333
X yatırımı	2056250	1675000	-1125000
Y yatırımı	676250	875000	900000
Z yatırımı	625000	625000	625000

Probleme ait verileri girdikten sonra problemin çözümü için “Solve and Analyze” menüsünden “Solve the problem” seçeneğini seçmemiz gerekir. Problemde Hurwicz kriterinde optimizasyonun birleşik etkisi % 60 olarak varsayılmıştır. Şöyle ki;

Burada çözümü analiz tablosu olarak her bir kritere göre ayrı ayrı görmek

01-23-2003 Criterion	Best Decision	Decision Value	
Maximin	Y yatırımı	\$676.250	
Maximax	X yatırımı	\$2.056.250	
Hurwicz (p=0,6)	Y yatırımı	\$810.500	
Minimax Regret	Y yatırımı	\$1.380.000	
Expected Value	X yatırımı	\$868.750	
Equal Likelihood	X yatırımı	\$868.750	
Expected Regret	X yatırımı	\$675.000	

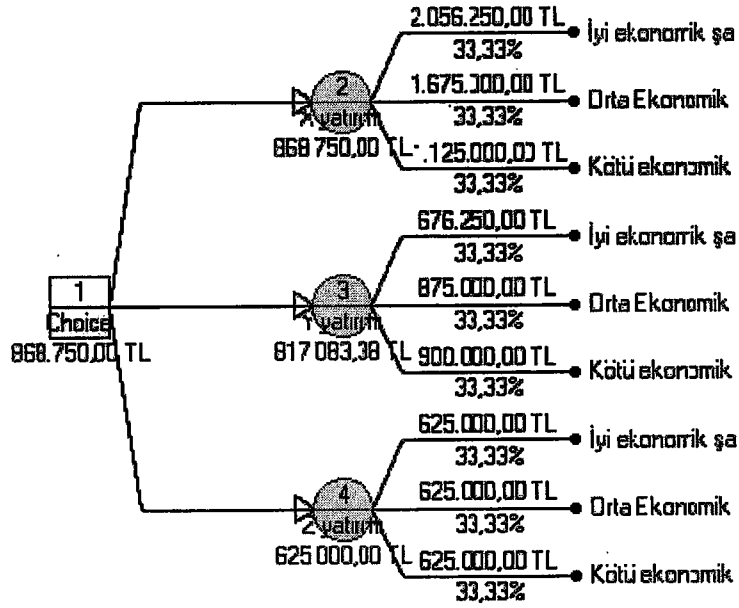
istersek program bize çeşitli seçenekler sunmaktadır.

01-23-2003 Alternative	Maximin Value	Maximax Value	Hurwicz (p=0,6) Value	Minimax Regret Value	Equal Likelihood Value	Expected Value	Expected Regret
X yatırımı	(\$1.125.000)	\$2.056.250	783.750,06 TL	\$2.025.000	\$868.750	\$868.750	\$675.000
Y yatırımı	\$676.250	\$900.000	\$810.500	\$1.380.000	817.083,38 TL	817.083,38 TL	726.666,69 TL
Z yatırımı	\$625.000	\$625.000	\$625.000	\$1.431.250	\$625.000	\$625.000	918.750,06 TL

Pişmanlık kriterine göre çözüm tablosu şöyledir:

Decision\State	İyi ekonomik şartlar	Orta ekonomik şartlar	Kötü ekonomik şartlar
X Yatırımı	0	0	\$2.025.000
Y Yatırımı	\$1.380.000	\$800.000	0
Z Yatırımı	\$1.431.250	\$1.050.000	\$275.000

Kullanılan bütün bu kriterleri yatırımcıya topluca sunmak için karar ağacı şeklinde bir düzenleme yapılırsa görüntü şöyle olur:



Buradan anlaşılacağı üzere kullanılan program yapısal olmayan nitelikteki problem içeren bir yatırım projesinin bilgisayar yazılımı ile hızlı, hatasız ve güvenilir bir şekilde çözümünü sağlamaktadır.

4.7.3. Karar Ağacı Tekniğinin KDS Uygulaması

Çalışmanın 56. sayfasındaki A ve B alternatif tesis seçeneklerine ait karar ağaçlarının düzenlenmesi sırasında yatırımcının herhangi bir bilgisayar programı kullanmaması hem zaman kaybı hem de hata payını beraberinde getirecektir.

Bu nedenle kullanılan program sayesinde karar ağacında dal sayısı artan yatırım projeleri için çok kolaylık sağlanmaktadır. Programın çalışması için öncelikle ilgili örneğimizdeki toplam dal sayısını belirlememiz gerekir. Burada toplam dal sayısı 40 tır. Bu verilerin programa girişi ise şöyle olur;

Problem Specification

Problem Type

☐ Bayesian Analysis
☐ Payoff Table Analysis
☐ Two-player, Zero-sum Game
☒ Decision Tree Analysis

Problem Title:

Number of Nodes/Events (Including Terminals):

Probleme ilişkin yıllar itibariyle olasılıkların ve nakit girişlerinin veri olarak girilmesi ise şöyle olacaktır;

Node/Event Number	Node Name or Description	Node Type (enter D or C)	Immediate Following Node (numbers separated by ',')	Node Payoff (+ profit, - cost)	Probability (if available)
1	Event1	Chance	2, 3, 4	-100000	
2	Event2	Decision	5, 6, 7	50000	30
3	Event3	Decision	8, 9, 10	62000	40
4	Event4	Decision	11, 12, 13	54000	30
5	Event5	Chance	14, 15, 16	48000	35
6	Event6	Chance	17, 18, 19	56000	25
7	Event7	Chance	20, 21, 22	65000	40
8	Event8	Chance	23, 24, 25	48000	35
9	Event9	Chance	26, 27, 28	56000	25
10	Event10	Chance	29, 30, 31	65000	40
11	Event11	Chance	32, 33, 34	48000	35
12	Event12	Chance	35, 36, 37	56000	25
13	Event13	Chance	38, 39, 40	65000	40
14	Event14			28000	50
15	Event15			38000	20
16	Event16			42000	30
17	Event17			28000	50
18	Event18			38000	20
19	Event19			42000	30
20	Event20			28000	50
21	Event21			38000	20
22	Event22			42000	30
23	Event23			28000	50
24	Event24			38000	20

Olasılıklar ve nakit girişlerinin toplam 40 dal için girilmesi tabloda devam etmektedir. B projesine ait veriler de aynı şekilde girilecektir. Sonuçta A ve B projelerine ait karar ağaçları aşağıdaki gibi olacaktır.

Karar ağacı



Karar ağacı

Düzenlenen bu karar ağaçlarına ait $E(NBD)$ 'ler bulunduktan sonra A projesinin daha karlı bir proje olduğu tespit edilir. Sonraki aşama ise seçilen projenin bağımsız olarak risk analizinin yapılması olacaktır. Burada A tesisinin varyansı ve standart sapması bize risk derecesini bildirecektir.

Her nakit girişlerinin ve olasılıkların tahmin edilmesinden sonra yatırımcı tarafından varyanslarının tek tek hesaplanması yerine Microsoft Excel'de varyans formülize edilerek yatırımcı için bir karar desteği sağlanabilir.

A tesisi için Microsoft Excel'de varyansın ve beklenen değerlerin hesaplanması için oluşturulmuş tablo aşağıdadır.

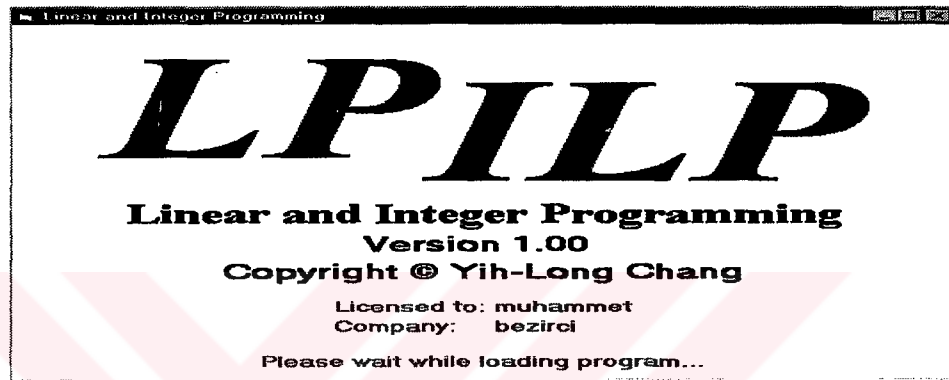
	A	B	C	D	E	F	G
1		Olasılık	Nakit Girişi	Beklenen Değer	Varyans		
2	Y	0,3	50000	15000	10800000		
3	1 I	0,4	62000	24800	14400000		
4	L	0,3	54000	16200	1200000		
5	Toplam			56000	26400000	1. Yıl varyansı	
6							
7	Y	0,35	48000	16800	27104000		
8	2 I	0,25	56000	14000	1600000		
9	L	0,4	65000	26000	26896000	2. Yıl varyansı	
10	Toplam			56800	54160000		
11							
12	Y	0,5	28000	14000	19220000		
13	3 I	0,2	38000	7600	2888000		
14	L	0,3	42000	12600	18252000	3. Yıl varyansı	
15	Toplam			34200	40360000		
16							
17				$E(BD) = 114131$	A tesisi beklenen değeri		
18							
19				$Var(BD) = 68377356$	A tesisi varyansın beklenen değeri		
20							
21							

Sonuç olarak belirsizlik altında yani projelere ait parametrelerin devamlı olarak değiştiği bir ortamda KDS olarak kullanılan yazılımların yatırımcıya karar verme aşamasındaki yararı ve önemi gittikçe artmaktadır.

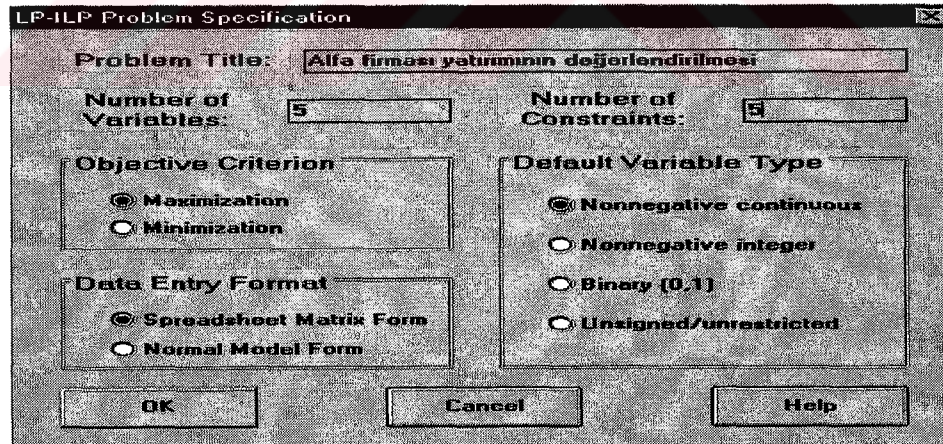
4.7.4. Doğrusal Programlama Tekniğinde KDS Uygulaması

Doğrusal programlama tekniğinin çözümü son derece kompleks bir yapı niteliği göstermektedir. Risk faktörü doğrusal programlamaya dahil edildiği zaman problemin yapısı daha kompleks hale gelmektedir.

Çalışmanın 64. sayfasından yer alan Alfa firmasına ait örneği burada WinQSB program ı ile çözelim. Program açılışında aşağıdaki ekran gelecektir.



Buradan problemin maksimizasyon veya minimizasyon olma seçenekleri, değişken sayısı, ve kısıtlılık sayısının tespit edilmesi gerekir.



Daha sonra probleme ait amaç satırı ve kısıtlılık şartları programa veri olarak girilir. Alfa firması ile ilgili doğrusal programlamada kullanılan dört alternatifin sadece bir tanesi için verilerin nasıl girildiğini tablo olarak gösterilecektir. Diğer seçeneklerin çözümleri doğrudan verilmiştir.

Alternatif-1'e ait verilerin girilmesi aşağıdaki gibi olmaktadır.

Variable -->	X1	X2	X3	X4	X5	Direction	R. H. S.
Maximize	141	150	159	146	15		
C1	350	1100	900	850	1150	<=	2500
C2	850	900	1100	950	725	<=	1900
C3	120	100	130	115	125	<=	400
C4	65	55	70	50	45	<=	175
C5	110	150	180	135	150	<=	550
LowerBound	0	0	0	0	0		
UpperBound	M	M	M	M	M		
VariableType	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous		

Buradan çözüm aşağıdaki şekilde elde edilmektedir.

16:56:54		Saturday	January	11	2003		
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c[i]	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c[i]	Allowable Max. c[i]
1 X1	0	141,0000	0	-0,6667	at bound	-M	141,6667
2 X2	2,1111	150,0000	316,6667	0	basic	149,2941	M
3 X3	0	159,0000	0	-24,3333	at bound	-M	183,3333
4 X4	0	146,0000	0	-12,3333	at bound	-M	158,3333
5 X5	0	15,0000	0	-105,8333	at bound	-M	120,8333
Objective Function	(Max.) =		316,6667				
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1 C1	2,322,2220	<=	2,500,0000	177,7778	0	2,322,2220	M
2 C2	1,900,0000	<=	1,900,0000	0	0,1667	0	2,045,4550
3 C3	211,1111	<=	400,0000	188,8889	0	211,1111	M
4 C4	116,1111	<=	175,0000	58,8889	0	116,1111	M
5 C5	316,6667	<=	550,0000	233,3333	0	316,6667	M

Burada optimal tesis portföyü kesirli çıkmaktadır. Yatırım projeleri kesirli olarak yapılamayacağı için burada tamsayı programlamaya göre de çözümün yapılması gerekir.

Tamsayı programlamaya göre çözüm ise şöyledir:

16:59:17		Saturday	January	11	2003	
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	
1 X1	0	141,0000	0	141,0000	at bound	
2 X2	2,0000	150,0000	300,0000	0	basic	
3 X3	0	159,0000	0	159,0000	at bound	
4 X4	0	146,0000	0	146,0000	at bound	
5 X5	0	15,0000	0	15,0000	at bound	
Objective	Function	(Max.) =	300,0000			
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	
1 C1	2,200,0000	<=	2,500,0000	300,0000	0	
2 C2	1,800,0000	<=	1,900,0000	100,0000	0	
3 C3	200,0000	<=	400,0000	200,0000	0	
4 C4	110,0000	<=	175,0000	65,0000	0	
5 C5	300,0000	<=	550,0000	250,0000	0	

Buradan optimal yatırım portföyünün 2 adet tesis-II'den olduğu görülmektedir.

Alternatif-2'ye göre Alfa firmasının yatırım seçeneklerini doğrusal programlama ile çözersek; hem doğrusal programlama hem de tamsayı programlama tabloları aşağıdaki gibi olacaktır.

17:14:32		Saturday	January	11	2003		
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1 X1	0	141,0000	0	-0,6667	at bound	-M	141,6667
2 X2	2,1111	150,0000	316,6667	0	basic	149,2941	M
3 X3	0	159,0000	0	-24,3333	at bound	-M	183,3333
4 X4	0	146,0000	0	-12,3333	at bound	-M	158,3333
5 X5	0	15,0000	0	-105,8333	at bound	-M	120,8333
Objective	Function	(Max.) =	316,6667				
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1 C1	2,322,2220	<=	2,500,0000	177,7778	0	2,322,2220	M
2 C2	1,900,0000	<=	1,900,0000	0	0,1667	0	2,045,4550
3 C3	211,1111	<=	400,0000	188,8889	0	211,1111	M
4 C4	116,1111	<=	175,0000	58,8889	0	116,1111	M
5 C5	316,6667	<=	550,0000	233,3333	0	316,6667	M
6 C6	6,816,7780	<=	13,057,0000	6,240,2220	0	6,816,7780	M

	17:15:54		Saturday	January	11	2003
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1	X1	0	141,0000	0	141,0000	at bound
2	X2	2,0000	150,0000	300,0000	0	basic
3	X3	0	159,0000	0	159,0000	at bound
4	X4	0	146,0000	0	146,0000	at bound
5	X5	0	15,0000	0	15,0000	at bound
	Objective	Function	(Max.) =	300,0000		
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price
1	C1	2.200,0000	<=	2.500,0000	300,0000	0
2	C2	1.800,0000	<=	1.900,0000	100,0000	0
3	C3	200,0000	<=	400,0000	200,0000	0
4	C4	110,0000	<=	175,0000	65,0000	0
5	C5	300,0000	<=	550,0000	250,0000	0
6	C6	6.458,0000	<=	13.057,0000	6.599,0000	0

Alternatif-3'e göre Alfa firmasının yatırım seçeneklerini doğrusal programlama ile çözersek; hem doğrusal programlama hem de tamsayılı programlama tabloları aşağıdaki gibi olacaktır.

	17:59:40		Saturday	January	11	2003		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	X1	1,1767	141,0000	165,9094	0	basic	139,4397	230,0050
2	X2	0	150,0000	0	-1,8740	at bound	-M	151,8740
3	X3	0,8180	159,0000	130,0673	0	basic	148,8114	176,0489
4	X4	0	146,0000	0	-3,5078	at bound	-M	149,5078
5	X5	0	15,0000	0	-104,0988	at bound	-M	119,0988
	Objective	Function	(Max.) =	295,9767				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	1.148,0620	<=	2.500,0000	1.351,9380	0	1.148,0620	M
2	C2	1.900,0000	<=	1.900,0000	0	0,1201	1.480,8360	2.743,3280
3	C3	247,5439	<=	400,0000	152,4561	0	247,5439	M
4	C4	133,7454	<=	175,0000	41,2546	0	133,7454	M
5	C5	276,6789	<=	550,0000	273,3211	0	276,6789	M
6	C6	5.000,0000	<=	5.000,0000	0	0,0136	3.426,9090	6.415,2940

18:01:45		Saturday	January	11	2003
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1 X1	0	141,0000	0	141,0000	at bound
2 X2	0	150,0000	0	150,0000	at bound
3 X3	1,0000	159,0000	159,0000	159,0000	at bound
4 X4	0	146,0000	0	146,0000	at bound
5 X5	1,0000	15,0000	15,0000	0	basic
Objective	Function	(Max.) =	174,0000		
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price
1 C1	2,050,0000	<=	2,500,0000	450,0000	0
2 C2	1,825,0000	<=	1,900,0000	75,0000	0
3 C3	255,0000	<=	400,0000	145,0000	0
4 C4	115,0000	<=	175,0000	60,0000	0
5 C5	330,0000	<=	550,0000	220,0000	0
6 C6	4,346,0000	<=	5,000,0000	654,0000	0

Alternatif-4'e göre Alfa firmasının yatırım seçeneklerini doğrusal programlama ile çözersek; hem doğrusal programlama hem de tamsayı programlama tabloları aşağıdaki gibi olacaktır.

18:10:02		Saturday	January	11	2003		
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1 X1	0	2,870,0000	0	1,110,6040	at bound	1,759,3960	M
2 X2	0	3,229,0000	0	1,357,3020	at bound	1,871,6980	M
3 X3	3,8428	1,984,0000	7,624,0500	0	basic	0	2,844,5750
4 X4	0	2,612,0000	0	790,2138	at bound	1,821,7860	M
5 X5	0	2,362,0000	0	2,174,8300	at bound	187,1698	M
Objective	Function	(Min.) =	7,624,0500				
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1 C1	3,458,4910	>=	2,500,0000	958,4905	0	-M	3,458,4910
2 C2	4,227,0440	>=	1,900,0000	2,327,0440	0	-M	4,227,0440
3 C3	499,5598	>=	400,0000	99,5597	0	-M	499,5598
4 C4	268,9937	>=	175,0000	93,9937	0	-M	268,9937
5 C5	691,6981	>=	550,0000	141,6981	0	-M	691,6981
6 C6	611,0000	>=	611,0000	0	12,4780	489,2308	M

18:21:00		Saturday	January	11	2003
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1 X1	0	2,870,0000	0	2,870,0000	at bound
2 X2	0	3,229,0000	0	3,229,0000	at bound
3 X3	4,0000	1,984,0000	7,936,0000	1,984,0000	at bound
4 X4	0	2,612,0000	0	2,612,0000	at bound
5 X5	0	2,362,0000	0	2,362,0000	at bound
Objective	Function	(Min.) =	7,936,0000		
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price
1 C1	3,600,0000	>=	2,500,0000	1,100,0000	0
2 C2	4,400,0000	>=	1,900,0000	2,500,0000	0
3 C3	520,0000	>=	400,0000	120,0000	0
4 C4	280,0000	>=	175,0000	105,0000	0
5 C5	720,0000	>=	550,0000	170,0000	0
6 C6	636,0000	>=	611,0000	25,0000	0

Yukarıda görüldüğü gibi KDS ile ilgili çok sayıda paket programın geliştirildiğini görmüş bulunuyoruz. WinQSB'nin de uygulanmasından anlaşılabileceği üzere bu programın kullanılması ile birlikte bir projeye ait bütün bilgiler ve risk durumu çok kısa bir zamanda ve güvenilir olarak ilgililere sunulabilmektedir.



DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Belirsizlik ve yoğun rekabetin hakim olduğu günümüzde firmaların mevcudiyetlerini devam ettirebilmeleri optimum yatırım projeleri ile mümkündür. Yatırım, firma açısından uzun vadeli nakit girişi sağlayıcı nitelik taşıyan harcamalardır. Proje ise, dönem olarak başlangıcı ve bitişi belli olan ve devam edebilir nitelik taşıyan planlardır.

Bir firma için optimum yatırım projesi veya optimal yatırım portföyü tesisi amaç olmalıdır. Yatırımlar firma tarafından çeşitli şekillerde gerçekleştirilebilir.

Belirli bir dönem itibariyle sabit varlıklarda ve sermaye mallarında meydana gelen aşınma, yıpranma veya teknolojik eskimeden dolayı yapılan yatırımlar ikame yatırımlarıdır. Firmaların çeşitli nedenlerden dolayı üretim kapasitesinin arttırmak veya genişleme ihtiyacından yaptığı yatırımlar ise genişleme yatırımları olarak tarif edilebilir. Bilgi çağı olarak adlandırılan günümüzde firmalar teknolojik yeniliklere ayak uydurmak zorundadırlar. Bu amaçla yapılan yatırımlar da modernleştirme yatırımlarıdır. Bunun yanında çevresel ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak firmanın yatırım riskini azaltmak için yapılan yatırımlar ise stratejik yatırım niteliğindedir. Eğer firmaların önünde birden fazla yatırım seçeneği varsa ve yapılan bir yatırım diğerinin etkilemiyorsa bağımsız, etkiliyorsa bağımlı yatırımlardan bahsedilir.

Firmaların yapacağı muhtemel bir yatırımın nakit girişi, nakit çıkışı, ekonomik ömür ve sermaye maliyeti olmak üzere dört unsuru bulunmaktadır. Belirsizliğin hakim olduğu gerçek hayatta ise bu unsurlar tesadüfi değişken niteliğindedir.

Bir firmanın toplam yatırım tutarı; yatırıma konu olan tesisin navlun, gümrük, sigorta, vergi v.b. alım giderleri ile ilgili tesisin kurulum ve deneme giderleri toplamı ile işletme sermayesi yatırımından oluşur.

Yeni yapılan bir yatırım projesinin giderlerini; proje ön araştırma giderleri, arazi ve bina giderleri, ana fabrika binası donatım giderleri, yardımcı işletmelere ait donatım giderleri, ulaşım giderleri, makine ve donatım taşıma giderleri, montaj giderleri ve tecrübe-faaliyet giderleri oluşturur.

Geleceğin belirsiz olması sebebiyle nakit girişlerinin tespit edilmesi daha zordur. Ayrıca bir yatırım projesinin ekonomik ömrü ne kadar uzunsa nakit girişlerinin tahmini de o kadar güçtür.

Sermaye maliyeti yatırım projelerine ait karar noktası niteliğindedir. Bir yatırım projesinin kabul edilebilmesi için projenin beklenen minimum getirisinin sermaye maliyetinden büyük olması gerekir.

Bir yatırım projesinin ekonomik ömrü projenin yıllık eşdeğer maliyetinin minimum veya yıllık eşdeğer net hasılatının maksimum olduğu zaman aralığı olarak ifade edilebilir. Ekonomik ömür, fiziki ömür ve sahiplik ömrü olmak üzere yatırım projesinin üç türlü ömrü vardır.

Belirsizlik altında projelerin değerlendirilmesi için muhtelif metodlar kullanılmaktadır. Sezgisel değerlendirme metodu, iyimserlik kötümserlik metodu, duyarlılık analizi, başabaş noktası analizi, riskin iskonto edilmesi metodu, oyun teorisi ve kullanılan diğer kriterler klasik metodlar olarak ele alınmıştır. Şartlı olasılık ve bayes teorisi ile karar ağaçları ise istatistiki metodlar olarak incelenmiştir.

Sezgisel değerlendirme metodunda; yatırımcının geçmiş tecrübeleri ve sezgileri ön plandadır. Yani yatırım projesinin kabul veya reddi sayısal sonuçlara göre değil tecrübe ve kanaatlere göre verilmektedir.

İyimserlik kötümserlik metodunda ise bir yatırım projesinin belirsizlik şartları altında tahmin edilmiş parametreleri iyimser, muhtemel ve kötümser bir yaklaşımla değerlendirmeye tabi tutulur. Bu metotta iyimser görüşün veya kötümser görüşün belirlenmesindeki kriter ise değerlendirmeyi yapacak olan kişilerin sübjektif davranışdır. Bu nedenle yatırım projesinin riski, bu metot

kullanılarak tahmin edildiğinde riskin derecesi tahminleri yapan kişilerin görüşüne bağlıdır.

Duyarlılık analizi metodunda yatırım projesine ait parametrelerdeki muhtemel değişikliğin sonuçlara etkisi analiz edilmeye çalışılır. Burada amaç parametrelerin, proje nakit akımlarını ve beklenen getirisi ne yönde ve hangi ölçüde etkileyeceğinin tespit edilmesidir.

Başabaş noktası analizi bir yatırım projesine ait parametrelerden bir tanesinin belirsiz olduğu durumlarda veya projeyi riskli hale getirebilecek durumların tespit edilmesinde kullanılır.

Bir yatırım projesinin beklenen getirisi ile riski doğru orantılı olarak artmaktadır. Çünkü yatırımcı için yüksek risk, yüksek getiri beklentisini ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle sermaye maliyetinin üzerine bir risk priminin ilave edilerek bulunan yeni değer ile yatırım projelerinin değerlendirilmesi riskin iskonto edilmesi metodunun temelini teşkil eder.

Oyun teorisine göre yatırımcı alternatif kararlar arasından kendisi için en uygun olanını rekabet içerisinde belirlemek zorundadır. bu seçim esnasında ise nakit akımları esas alınmaktadır.

Belirsizlik altında yatırımların değerlendirilmesinde kullanılan ve birbirine benzerlik gösteren metotlar da mevcuttur.

Laplace kriterinde bir olaya ait olasılıkların eşit olduğu varsayılır. Çünkü tam belirsizliğin hakim olmasından dolayı yatırımcı hangi olayın meydana geleceği konusunda bir tahmin yürütemez. Bu nedenle olasılıkta eşitlik hakimdir.

Pişmanlık kriterine göre yatırımcının hangi projesinin gerçekleşeceğini bilmesi halinde, yatırımın gerçekleşen ve muhtemel sonuçları arasındaki fark ölçülmektedir. Amaç maksimum pişmanlığın elde edilmesidir. Yani minimax kriteri uygulanmaktadır.

Kötümserlik kriterine göre ise karar aşamasında her bir alternatif yatırım için en kötü durumun gerçekleşeceği ve en kötü sonuçlar arasından en iyi kazancın sağlanacağı kabul edilmektedir. Yatırımcı, karar verme süreci içerisinde en kötü sonuçlarla karşılaşabileceği için muhafazakar davranmalıdır.

İyimserlik kriterine göre yatırımcının alternatifler arasından seçmiş olduğu yatırım projesi sonucunda mümkün olan en fazla kazanç sağlanması amaçlanır. Yani seçilen yatırım optimum yatırım projesi niteliğindedir.

Hurwicz kriterine göre ise bir yatırımcının en iyimserden en kötümser karar verme süreci yansıtılır. Yani 0 ila 1 aralığında kararlar belirlenecektir. Yatırımcı tarafından karar aşamasında maximin ve minimax uç noktası arasında belirlenen alternatiflerin ortalaması hesaplandıktan sonra beklenen değeri en yüksek olan yatırım projesi seçilecektir.

Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde risk analizi yapılırken kullanılan veriler geçmişe ait normal istatistiki risk parametreleri kullanılır. Ancak sermaye bütçelemesi konusunda geçmişteki verilerin aynı şekilde gelecek için kullanılması pek olası değildir. Bu nedenle Bayes Teorisi çerçevesinde sübjektif olasılıkların kullanılması gerekir.

Proje değerlendirilmesinde eğer şartlı olasılık kullanılıyorsa risk analizi iki aşamada yapılmalıdır. Önce karar ağaçları kullanılarak net bugünkü değeri en yüksek olan proje seçilir. Sonra seçilen bu projenin risk analizi bağımsız projelerde olduğu gibi aynen yapılır.

Bir yatırım projesi ile ilgili olarak alınan kararlar projenin ömrü içerisinde yayılmış olabileceğinden bu süreç içerisinde alınan bir karar son kararın bir aşaması niteliğindedir. Bu şekilde zaman yayılmış olarak arka arkaya alınan kararlar karar ağacı şeklinde gösterilebilir. Bu sayede projeye ait alınan ilk karar ile son karar arasındaki bağıntı görülmüş olur. Karar alma sürecinde alınan ilk karar ile son karar arasındaki tüm kararların birbirlerine bağımlı olması karar ağaçları tekniğinde şartlı olasılık teorisinin kullanılmasını gerektirmektedir.

Büyük veya küçük tesisin seçilmesi durumunda, halihazırdaki tesisin yenilenip yenilenmeyeceği konusunda, satın alma veya kiralama seçenekleri konusunda karar ağacı yöntemi sık kullanılan bir tekniktir.

Kullanılan bu metodların hepsinde yatırım projeleri analiz edilirken parametrelerle ilgili herhangi bir kısıtlılık halinin bulunmadığı varsayımı ile hareket edilmiştir. Yani firma için tüm imkanlar sınırsızdır. Ancak bu durum gerçek hayata uymaz. Bir firma için, sermaye, enerji, personel gibi ihtiyaçları yeterli gelmeyebilir ve arttırılması imkanı da olmayabilir. Ancak firma optimal yatırım portföyünü kısıtlılık şartları altında belirleyebilir. Böyle durumlarda doğrusal programlama metodunun kullanılması gerekir.

Burada amaç denklemi, kısıtlılık şartlarını sağlayacak ve optimum net bugünkü değeri verecek bir yatırım portföyü oluşturmaktır.

Yatırımcı alternatifler arasından optimal yatırım portföyünü seçerken dört alternatifi değerlendirebilir:

Risk nazara alınmadan tesislerin seçimi,

Risk nazara alınarak tesislerin seçimi,

Risk sınırlandırılarak tesislerin seçimi,

Risk minimize edilerek tesislerin seçimi.

Risk nazara alınarak optimal tesis portföyünün seçiminde alternatif yatırım projelerinin varyansları bir kısıtlayıcı şart olarak ilave edilmiş ve toplam varyanstan küçük eşit şartı konulmuştur. Böylece optimal yatırım portföyünün muhtemel riski alternatif yatırımların riskinden büyük olmaması amaçlanmıştır.

Eğer yatırımcı optimal yatırım portföyünün riskinin belli bir sınırı aşmamasını istiyorsa bu durumda yine varyansları kısıtlayıcı şart olarak dahil edecek ve arzu edilen risklilik sınırı küçük eşit olarak belirlenecektir.

Eğer yatırımcı tarafından riskin minimize edilmesi amaçlanıyorsa, amaç satırı varyanslara göre düzenlendikten sonra alternatif yatırım projelerinin net

bugünkü değerleri kısıtlayıcı şart olarak dahil edilecek ve toplam NBD'den küçük eşit şartı konulacaktır.

Yatırımcının vereceği kararın sağlıklı olması, karar aşamasında gerekli olan bilgilerin doğru, güvenilir, tam ve hızlı olması gerekir. Eğer gerekli bilgiler bu nitelikleri taşımıyorsa karar verme aşamasında bilginin belirsizliği ve eksikliği nedeni ile de çok kompleks bir yapı ortaya çıkar. Yatırımcının sayısal verileri hızlı ve zamanında analiz yapması mümkün değildir.

Bütün bu olumsuz şartlar altında bilgisayar uyumlu sistemler, yatırımcılara, yöneticilere veya karar vericilere yetki alanlarını belirlemede, yüksek kalitede ölçme ve değerlendirme araçlarından yararlanma konusunda önemli destek sağlamaktadır. Karar destek sistemleri sayesinde etkili bir karar süreci sonucunda optimal sonuçlara daha hızlı ve güvenilir bir şekilde ulaşılmış olur.

Günümüzde rekabetin boyutu değişmiş ve firmalar için gerekli olan bilgilere ulaşmada aşırı rekabet yaşanmaya başlamıştır. Çünkü belirsizliğin hakim olduğu günümüzde yöneticiler firmaların yönetim politikalarını belirlerken gerekli olan bilgilere ulaşmak ve sistematik bir şekilde analiz etmek isteyeceklerdir. Bu durum ise bilişim teknolojilerinin önemini arttırmıştır.

Bilişim sistemleri temelde beş sistemden meydana gelmektedir. Bunlar; veri işleme sistemi, yönetim bilişim sistemleri, karar destek sistemleri, uzman sistemler, ofis otomasyonu dur.

Karar destek sistemleri, verileri ve matematiksel modelleri kullanarak yarı yapısal ve yapısal olmayan problemlerin çözümüne yardımcı olan ve yatırımcılara karar verme aşamasında destek sağlayan bilgisayar temelli sistemlerdir. Özellikle belirsizliğin ve rekabetin arttığı günümüzde kompleks hale gelmiş problemlerin çözümüne katkı sağlamak amacı ile karar destek sistemleri ortaya çıkmış ve hızlı bir gelişme göstermiştir.

Firmalardaki karar alma mekanizmasının etkin hale getirilmesi ve bu sayede firmaları belirsizliğin analiz edilmesi karar destek sistemlerinin amacı olmuştur.

Karar destek sistemlerinin kullanımının kolay olması ve profesyonel bir programcıdan yardım almadan çalışması yöneticiler tarafından kabul görmesine ve hızlı gelişmesine neden olmuştur.

Karar destek sistemlerini etkin bir biçimde kullanan firmaların karlılıkları daha yüksektir. Son karara ulaşmaları daha kısadır. Daha fazla alternatifini analiz etme imkanı kazanırlar. Bilgi tabanlı olduğu için güvenilir veri elde ederler.

Veri giriş sistemi, veri analiz sistemi, tahmine yönelik veri analiz sistemi, muhasebe modeli esaslı sistem, temsil modeli esaslı sistem, optimizasyon modeli esaslı sistem ve öneri modeli ile sistem olarak sınıflandırılabilen karar destek sistemlerinin veri esaslı ve model esaslı olmak üzere iki uç noktası vardır.

Karar destek sistemini uygulamak isteyen yöneticiler veya yatırımcılar, öncelikle mevcut olan problemi tanımlayarak nasıl bir sistem geliştireceklerine dair planlama yapmak zorundadırlar. Bu çerçevede araştırma yapılması ve nasıl bir sistem kullanılabileceğinin belirlenmesi; alternatif sistemler belirlendikten sonra bunların analiz edilip bir sistemin seçilmesi gerekir. Seçilen sistemin oluşturulması için; sistemi kullanacak kişiler arasında bir iletişim kurulması, veri tabanının oluşturulması, bilgilerin elde edilme planlarının yapılması sistemin yapılandırılması gerekir. Daha sonra sistem uygulama konulmalı ve belirli periyotlar dahilinde sistemin çalışıp çalışmadığı kontrol edilmeli ve değişen şartlara ve firmaların ihtiyaçlarına göre adapte edilmelidir.

Bu konuda gelişen teknoloji ile birlikte çeşitli yazılımlar ve paket programlar kullanıcılara sunulmaktadır. Bu programların temelinde matematiksel modelleri kullanarak yatırımcıların belirsizlik altında karar vermelerine yardımcı olacak algoritma mevcuttur.

KDS için çeşitli programlar geliştirilmiştir. Bu çalışmada WinQSB programı seçilmiştir. Bu programın seçilmesinin nedeni ise;

- Maliyetinin düşük olması,
- Her yerden temin edilebilmesi,
- Kullanımının kolay olması ve profesyonel kullanıcı gerektirmemesi,
- Görsel nitelik taşıması,
- Firmaların karşılaşabileceği yarı yapısal ve yapısal olmayan bütün sorunlara çözüm üretebilecek program modülünü içermesi,
- Zaman ve maliyet tasarrufu sağlayıcı nitelik taşımasıdır.

WinQSB programı kullanılarak ikinci ve üçüncü bölümde incelenen risk analizi metodlarından yapısal nitelik taşımayanları Karar Destek Sistemleri çerçevesinde çözüme ulaştırılmıştır.

Karar Destek Sistemleri uygulamasında yatırımcılar için hızlı ve güvenilir sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar;

- Risk analizi metodları klasik metodlar ve istatistiki metodlar olmak üzere temelde iki grupta incelenir,
- Belirsizlik altında yatırım projeleri değerlendirilirken klasik metodlar kullanılır,
- Risk durumunda ise yatırım projeleri değerlendirilirken istatistiki metodlar kullanılır,
- Bir yatırım projesinde sayısal veri kullanılmadan kişi görüşüne göre değerlendirme yapılacaksa sezgisel değerlendirme metodu,
- Olması muhtemel durumlar dikkate alınarak sübjektif bir değerlendirme yapılacaksa iyimserlik-kötümserlik metodu,

- Değişen şartlara bağlı olarak parametrelerdeki olasılı bir değişikliğin risk derecesini ölçmede duyarlılık analizi,
- Proje parametrelerinin herhangi birisinin belirsiz olduğu durumda bunun risk derecesini ölçmek için başabaş noktası analizi,
- Yüksek getiri beklentisi ile yüksek risk içeren projelerin değerlendirilmesinde riskin iskonto edilmesi metodu,
- Bir yatırımın gerçekleştirilmesinde birden fazla yatırımcı olması halinde muhtemel projenin riskinin ölçülmesi için oyun teorisi,
- Belirsizlik altında proje değerlendirilirken kısmi bilgi mevcutsa Laplace, pişmanlık, kötümserlik iyimserlik, Hurwicz metodlarından bir tanesi veya birden fazlası kullanılır.
- Yatırım projesinin değerlendirilmesinde sübjektif olasılıklar dikkate alınıyorsa Bayes Teorisi kullanılır.
- Yatırım kararı zamana yayılmış durumda ve sübjektif olasılıklar var ise şartlı olasılık kullanılarak karar ağacı yöntemi uygulanır.
- Proje değerlendirilmesinde parametrelere ait herhangi bir kısıtlılık hali mevcutsa doğrusal programlama kullanılır. Burada yatırımcı riski nazara alabilir veya almayabilir,
- Risk analizinin Karar Destek Sistemleri aracı olan paket programlar ile yapılması işletmelere zaman ve maliyet tasarrufu sağlar,
- Karar Destek Sistemlerini kullanan firmaların pazar payları ve faaliyet hacimleri, daha hızlı karar verip analiz etme imkanından dolayı rakiplerine göre büyüktür,
- Karar Destek Sistemlerini kullanan işletmelerin rekabet gücü, bilgilerin hızlı ve güvenilir bir şekilde elde edilmesinden dolayı artar.

Günümüzde sabit yatırım projeleri eşanlı olarak bütün rakipler tarafından aynı düzeyde, aynı hacimde ve kapasitede yapılmaktadır. Ancak rakabet şartlarında önemli olan, sabit yatırım projelerini hangi firmanın daha hızlı ve çabuk yada hangi firmanın daha kapasiteli ve büyük yatırım yapacağı değil, yatırım yapıldıktan sonraki faaliyetlerdir.

Risk analizi ve yönetimi bu dönemde önemini ortaya çıkarmaktadır. Fiziki olarak eşit şartlarda bulunan iki firmanın başarısının farklı olması; mevcut rekabet, risk, belirsizlik ve kısıtlılık şartları içerisinde hangi firmanın risk analizi ile optimal bir yatırım portföyü oluşturup bunları yönetmesinden kaynaklanmaktadır.

Yatırımcıların projelerin değerlendirilmesinde bu metodları Karar Destek Sistemleri çerçevesinde uygulamaları bilgi çağı olan günümüzde kaçınılmaz bir zorunluluk olarak düşünülmelidir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

KİTAPLAR

Alevras Dimitris, Manfred W. Padberg, **Linear Optimization and Extensions**, New York: Springer Pub., 2001.

Alter Steven, **Information System: A Management Perspective**, California: The Benjamin/Cummings Pub. Co., 1996.

Anderson David R., Dennis J. Sweeney, Thomas A. Williams, **An Introduction to Management Science Quantitative Approaches to Decision Making**, St. Paul: West Pub. Co., 1991.

Anderson David R., Dennis J. Sweeney ve Thomas A. Williams, **Quantitative Methods for Business**, St Paul: West Publishing Company, 1986.

Au Tung ve Thomas P. Au, **Engineering Economics for Capital Investment Analysis**, New Jersey: Prentice Hall Inc. 1992.

Bensghir Türksel Kaya, **Bilgi Teknolojileri ve Örgütsel Değişim**, Ankara: TODAİE Yay., No:274, 1996.

Beranek William, **Analysis for Financial Decisions**, Illinois: Richard D. Irwin. Inc., 1963.

Bierman H. Jr. ve S. Smidt., **Yatırım Projelerinin İktisadi Analizi ve Finansmanı**, Çev: Turgut Var, Ankara: Güzel İstanbul Matbası, 1970.

Bierman Harold, Seymour Smidt, **The Capital Budgeting Decison of Investment Projects**, New York: MacMillan Pub. Co. Inc. 1975.

Blank Leland T, Anthony J. Tarquin, **Engineering Economy**, Singapore: McGraw-Hill Book Co. 1989.

- Buffa Elwood S. ve Rakesh K. Sarin, **Modern Production/Operations Management**, Singapore: John Wiley and Sons Inc., 1987.
- Bodily Samuel E., **Modern Decision Making A Guide to Modelling with Decision Support System**, Singapore: McGraw Hill Co., 1985.
- Bolak Mehmet, **Finans Mühendisliği**, Ankara: Beta Basım Yayım, 1998.
- Bronson Richard, **Theory and Problems of Operations Research**, New York: McGraw-Hill, Schaum's Outline Series, 1982.
- Canada John R., **Intermediate Economic Analysis for Management and Engineering**, N.J.: Prentice-Hall Inc., 1971.
- Clemen Robert T., **Making Hard Decision**, Boston: Duxbury Press, 1996.
- DeGarmo E. Paul, William G. Sullivan, James A. Bontadelli, **Engineering Economy**, New York: MacMillan Pub. Co., 1990.
- Ekenberg, Love A **Survey of Decision Analysis**,
www.ite.mh.se/~love/beslut/litteratur/oversik2.pdf, (09/09/2002)
- Esin Alptekin, **Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri, 3. Bası**, Ankara: Gazi Üniversitesi Yayınları No. 126, 1988.
- Francis Jack Clark, **Investments Analysis and Management**, New York: McGraw Hill Book Co. 1972.
- Grant Eugene L., W. Grant Ireson ve Richard Leavenworth, **Principles of Engineering Economy**, Singapore: John Wiley and Sons, 1990.
- Gordon Lawrence A., George Pinches, **Improving Capital Budgeting: A Decision Support System Approach**, Canada: Addison-Wesley Pub. Co., 1984.
- Gould F. J., Gary D. Eppen ve Charles Schmidt, **Quantitative Concepts for Management, 3. Bası**, New-Jersey: Prentice-Hall Inc. 1988.

Guenther William C., **Concepts of Statistical Inference**, New York: McGraw-Hill, 1973.

Halaç Osman, **Kantitatif Karar Verme Teknikleri**, 4. Bası, İstanbul: Alfa Basım Yay., 1983.

Hellriegel Don, Susan E. Jackson, John W. Slocum, **Management**, Ohio: South-Western College Pub., 1999.

Hertz David B. ve Howard Thomas, **Risk Analysis and its Applications**, Chichester: John Wiley and Sons, 1983.

Higgins Robert C., **Analysis for Financial Management**, Illinois: Richard D. Irwin Inc, 1984.

Hill Michael A., R. Dennis Middlesmist, Robert L. Mathis, **Management Concepts and Effective Practice**, Saint Paul: West Publising, 1986.

Hillier Frederick S., Gerald J. Lieberman, **Introduction to Operations Research**, California: Holden Day Inc., 1974.

Hines William W., Douglas C. Montgomery, **Probability and Statistics in Enginnering and Management Science**, New York: John Wiley and Sons, 1990.

Hogg Robert V., Allen T. Craig, **Introduction to Mathematical Statistics**, New York: Max-Well ve MacMillan Int Ed., 1989.

Holloway Charles A., **Decision Making Under Uncertainty: Models and Choices**, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1979.

Hunt Pearson, Charles M. Williams ve Gordon Donaldson, **Basic Business Finance Text and Cases**, Georgetown: Richard D. Irwin Inc, 1971.

İdil Orhan, **Örnekleme Teorisi ve İşletme Yönetiminde Uygulanması**, İstanbul: İ.Ü. Yayınları No: 2708, Fatih Yayınevi, 1980.

Kahya Emin, **Mühendislik Ekonomisi**, Eskişehir: TEKAM Yayınları, 1999.

Karayaalçın İ. İlhami, **Yöneylem “Hareket” Araştırması, 3. bası, İstanbul: Menteş Kitabevi, 1993.**

Karahoca Dilek, Adem Karahoca, **İşletmeciler Mühendisler ve Yöneticiler İçin Yönetim Bilişim Sistemleri ve Uygulamaları, İstanbul: Beta Yay., 1998.**

Laudon Kenneth C., Jane Price Laudon, **Business Information Systems A Problem Solving Approach, Orlando: The Dryden Press, 1994.**

Levis Pamela S., Stephen H. Goodman, Patricia M. Fandt, **Management Challenges in the 21th Century, Minneapolis: West Publishing, 1995.**

Levy Haim ve Marshall Sarnat, **Capital Investment and Financial Decisions, 3. Bası, New Jersey: Prentice-Hall Inc. 1986.**

Lucey T., **Quantitative Techniques, 3. Bası, London: ELBS with DP Pub., 1988.**

McClave James T., P. George Benson ve Tery Sincich, **Statistics for Business and Economics, New Jersey: Prentice Hall Inc., 1998.**

Miller Irwin ve John E. Freund, **Probabability and Statistics for Engineers, New Jersey: Prentice Hall Inc., 1985.**

Monks Joseph G., **Operations Management, New York: McGraw-Hill Inc., 1987.**

Newbold Paul, **Statistics for Business and Economics, India: Prodox Pub. Inc, 1991.**

Okka Osman, **Mühendislik Ekonomisi, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 2000.**

Okka Osman, **Riskli Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi, Konya: S.Ü. Müh. Mim. Fak. Yay. No: 8, 1982.**

Pakdemirli Ekrem, **Yatırım Planlaması ve Fizibilite Etüdleri, İzmir: Ege Üniversitesi Müh. Bil. Yay: No:17, 1983.**

Park Chan S., Contemporary Engineering Economics, Canada: Addison-Wesley Inc., 1997.

Rardin Ronald L., Optimization in Operations Research, New Jersey: Prentice Hall Pub., 1998.

Sariaslan Halil, Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi, Ankara: Turhan Kitabevi, 1990.

Schuyler John, Risk and Decision Analysis in Projects, Pennsylvania: Project Management Institute Pub. , 2001.

Shapiro Alan C., Modern Corporate Finance, New York: MacMillan Pub. Co., 1991.

Sharpe William F., Gordon J. Alexander, Jeffery V.Bailey, Investment, New-Jersey: Prentice-Hall Inc., 1999.

Shim Jae K., Joel G. Siegel, Theory and Problems of Managerial Finance, New York: Schaum's Outline Series, McGraw-Hill Inc., 1986.

Shim Jae K., Joel G. Siegel, Managerial Accounting, New York: McGraw-Hill, Schaum's Outline Series, 1984.

Silver Edward A., Rein Peterson, Decison System for Inventory Management and Production Planning, New York: John Wiley and Sons, 1985.

Singleton W. T. ve Jan Hovden, Risk ve Decisions, Chichester: John Wiley and Sons, 1987.

Stoner James A.F., Charles Wankel, Information Systems and Control, New Jersey: Englewood, 1986.

Şahin Hüseyin, Yatırım Projeleri Analizi, Bursa: Ezgi Kitabevi, 1998.

Taha,Hamdy A. Yöneylem Araştırması, 6. Basımdan Çeviri, Çev: Ş.Alp Baray ve Şakir Esnaf, İstanbul: Literatür Yayıncılık, 2000.

Teknolojik Araştırma ve Proje Müdürlüğü, Yapılabilirlik Etüdü ve Hazırlama Esasları, Ankara: 1986.

Tevfik Arman T., Risk Analizine Giriş, İstanbul: Alfa, 1997.

Thuesen H.G., W. J. Fabrycky, G.J: Thuesen, Engineering Economy, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1971.

Tulunay Yılmaz, Matematik Programlama ve İşletme Uygulamaları, 3. Bası, İstanbul: Renk İş Matb. İ.Ü. İşletme Fak Yay. No:244, 1991.

Turban Efraim, Decision Support And Expert System Management Support System, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1995.

United Nations Industrial Development Organization, Feasibility Study, Morocco: 1995.

Van Horne James C., Financial Management and Policy, New-Jersey: Prentice-Hall Inc., 1992.

Walker Russel C., Introduction to Mathematical Programming, New Jersey: Prentice Hall Inc., 1999.

Weingartner H. Martin, Mathematical Programming and The Analysis Of Capital Budgeting Problems, Chicago: Markham Pub. Co., 1967.

Weston J. Fred, Thomas E. Copeland, Managerial Finance, Florida: 1992.

White John A., Marvin H.Agee, Kenneth E. Case, Principles of Engineering Economic Analysis, Singapore: John Wiley and Sons, 1989.

Wild Ray, Production and Operations Management, Oxford: Cassell Pub. 1995.

Williams H.P., Model Building in Mathematical Programming, Singapore: John Wiley and Sons., 1993.

Yılmaz Zekai, **Yatırım Projeleri Analizi ve Yönetimi**, Bursa: Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1995.

Yüregir Oya, **Bilişimde Sistem Analizi ve Tasarımı**, Adana: Nobel Kitabevi, 2001.

Zwass Vladimir, **Management Information System**, New-Jersey: Wm.C.Brown Pub., 1992.

MAKALELER

Barutçu Mahir, “Proje Kavramı ve Proje Çalışmaları”, **Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi 1. Cilt**, Ankara: Devlet Yatırım Bankası, 1985.

Baum Christopher F., Clifford F.Thies, “Q, Cash Flow and Investment:An Econometric Critique” **Rewiew of Quantitative Finance and Accounting**, Cilt:12, Yıl:1999.

Bennion Edward G., “Capital Budgeting and Game Theory”, **The Theory of Business Finance: A Book of Readings**, Derleyen: Stephen H. Archer ve Charles A. D’ambrosio, New York: The Macmillan Company, 1967.

Brennan Michael, Eduardo Schwartz, “A New Approach to Evaluating Natural Investments”, **The Revolution in Corporate Finance**, Derleyen: Joel M. Stern ve Donald H. Chew, Cambridge: Blackwell Pub. Inc. 1986.

Coles Susan, Jennifer Rowley, “Spreadsheet Modelling for Managemnet Decision Making”, **Industrial Management and Data Systems**, Sayı: 7, 1996.

Filders Robert and Colin Stevens, “Look no data: Bayesian Forecasting and the effects of prior knowledge” **Forecasting and Planning**, Derleyen: R. Filders ve D. Wood, Hampshire:Gower, 1978.

Geiger Joseph J., Norman Pendegraft, Linda M. Geiger, "A PC-Based Project Management Tool", **Journal of System Management**, Mayıs-Haziran 1996.

Keen Peter G.W., "Value Analysis: Justifying Decision Support System"
Decision Support System Putting Theory into Practice, Derleyen: Ralph H. Sprague, Hugh J. Watson, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1989.

Kocayusufpaşaoğlu Gülden, "Tevsi, Modernizasyon ve Yenileme Projelerinin Hazırlama ve Değerlendirilmelerine İlişkin Özellikler", **Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi**, Cilt II, Ankara: Devlet Bankası, 1985.

Koutsoukis Nikitas-Spiros, Belen Dominguez-Ballesteros, Cormac A. Lucas, Gautam Mitra, "A Prototype Decision Support System Planning Under Uncertainty" **International Journal of Physical Distribution and Logistics**, Cilt: 30, No:7/8, 2000.

Kuo Lynn, Jack Lee, Peter Chehg, Jeffrey Pai, "Bayes Inference for Technological Substitution Data with Data-Based Transformation", **Journal of Forecasting**, Cilt:16, Yıl:1997.

Lintner John, "The Cost of Capital and Optimal Financing of Corporate Growth", **The Theory of Business Finance: A Book of Readings**, Derleyen: Stephen H. Archer ve Charles A. D'ambrosio, New York: The Macmillan Company, 1967.

Modigliani Franco ve Merton Miller, "The Cost of Capital, Corporation Finance, and The Theory of Investment", **The Theory of Business Finance: A Book of Readings**, Derleyen: Stephen H. Archer ve Charles A. D'ambrosio, New York: The Macmillan Company, 1967.

Morrison Catherine J., "Investment in Capital Assest and Economic Performance: The U.S. Chemicals and Primary-Metals Industries in Transition", **Journal of Business and Economic Statistics**, Cilt: 11, No: 1, Haziran 1993.

Ökte Kutluğhan Savaş, "Risk Primi", **Para ve Finans Ansiklopedisi**, Der: Deniz Gökçe, İstanbul: Creative Yayıncılık, 1996.

Özaydınlı Melike, "Risk ve Belirsizlik", **Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi II. Cilt**, Ankara: Devlet Yatırım Bankası, 1985.

Sambasivarao K.V., S.G. Deshmukh, "A Decision Support System for Selection and Justification of Advanced Manufacturing Technologies", **Production Planning and Control**, Cilt:8, No:3, 1997.

Sprague Ralph H., "A Framework for the Development of Decision Support System", **Decision Support System Putting Theory into Practice**, Derleyen: Ralph H. Sprague, Hugh J. Watson, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1989.

Stulz Rene M., "What's Wrong with Modern Capital Budgeting", **www.itpapers.com**, 1999, (14/06/2002)

www.ekonomik.tripod.com/ekonomik9.html, (08.04.2000)