

21852

MADEN YATIRIMLARINDA RİSK ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Maden.Müh. Fikri ÖZGÜVEN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22 HAZİRAN 1992

Tezin Savunulduğu Tarih : 7 TEMMUZ 1992

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Şinasi ESKİKAYA

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Senai SALTOĞLU
Prof.Dr. Erdil AYVAZOĞLU

TEMMUZ 1992

İ.Ç. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
TEZ DANIŞMANI
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ÖNSÖZ

Günümüzde maden yatırımlarına karar verme aşamasında; gerek gelişmiş ülkelerin yüksek teknolojisi ve gerekse maden yataklarının rezerv ve tenörlerinin karlılığı riske sokacak derecede azalması yatırım kararı vermede önce iyibir fizibilite çalışması ve onu takipeden bir risk anazalini gerekli kıldığı kanısındayım.

Bu çalışma esnasında, önce konunun seçimi ve bana verilmesinde yardımlarını gördüğüm Maden fakültesi Dekanını değerli hocam Prof.Dr. Şinasi ESKİKAYA'ya, gerek lisans gerekse yüksek lisans eğitimim sırasında, yetişmemde değerli katkıları olan Maden İşletmesi Anabilimdalı Öğretim Üyelerinin tümüne, çalışmam esnasında görüşlerinden yararlandığım Milten Şirketler Topluluğu mühendislerine, özellikle değerli Müdürüm Sayın Hasan ÇAM'a teşekkür ve şükranlarımı sunarım. Ayrıca eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi hiç bir desteği esirgemeyen değerili aileme teşekkürü bir borç bilirim.

HAZİRAN, 1992

Fikri ÖZGÜVEN

İ Ç İ N D E K İ L E R

NOTASYON LİSTESİ.....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
TABLO LİSTESİ.....	VIII
ÖZET.....	IX
SUMMARY.....	X
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. TEORİK KISIM.....	2
2.1. Finans Kararları İçinde Yatırım Kararlarının Yeri	2
2.2. İşletmenin amacına Yönelik Yatırım Kararları.....	3
2.3. Yatırım Önerilerinin Değerlendirilmesi	4
2.4. Yatırımın Taşıdığı Risk.....	6
2.5. Madencilik Yatırımlarındaki Risk Çeşitleri.....	8
2.5.1. Rezerv Riski.....	8
2.5.2. Hazırlık Riski.....	9
2.5.3. Üretim Riski.....	10
2.5.4. Pazar Riski.....	11
2.5.5. Politik Risk.....	12
2.5.6. Döviz Riski.....	13
2.5.7. Ülke Riski.....	13
2.5.7.1. Riski Belirleyen Etmenler.....	14
2.5.7.1.1. Politik ve Sosyal Etmenler.....	15
2.5.7.1.2. Ekonomik Etmenler.....	15
2.5.7.1.2.1. Ekonominin Durumu.....	16
2.5.7.1.2.2. Dış Ekonomik Durum.....	16
2.5.7.1.2.3. Ülkenin Toplam Dış Borçları....	16
2.5.7.2. Değerleme Sistemleri.....	17

2.6. Riskin Ölçülmesi.....	21
2.6.1. Umulan Değer, Standart Sapma ve Değişkenlik Katsayısı.....	21
2.6.2. Çarpıklık Asimetrik Katsayısı.....	23
2.7. Riskli Yatırımları Değerleme Yöntemleri.	27
2.7.1. Geri Ödeme Devresi.....	27
2.7.2. Riski Yansıtan İskonto Oranı.....	29
2.7.3. Belirlilik Eşdeğeri.....	31
2.7.4. Olasılık Dağılımı Yöntemleri.....	33
2.7.4.1. Yıllık Nakit Akışının Olasılık Dağılımından Yararlanma.....	34
2.7.4.1.1. Girdi Değişkenleri İçin Olasılık Tahmini.....	39
2.7.4.1.2. Olasılık Dağılımının Seçimi.....	41
2.7.4.1.3. Analitik Risk Analiz Teknikleri..	42
2.7.4.2. Monte Karlo Benzetim Yöntemi.....	51
2.7.4.2.1. Benzetim Yönteminin Özellikleri..	52
2.7.4.2.1.1. Sembolik Modeller Kullanması...	52
2.7.4.2.1.2. En-Uygun Çözüm Araması.....	52
2.7.4.2.1.3. Ekonometrik Modellerden Farkı..	53
2.7.4.2.1.4. İleri Metamatik Gerektirmemesi.	53
2.7.4.2. Benzetim Yönteminin Kullanılma Nedenleri.....	54
2.7.4.2.1. Sistemin Gözlenmesi.....	54
2.7.4.2.2. Sistemin Karmaşıklığı.....	54
2.7.4.2.3. Analitik Çözümün Güçlüğü.....	55
2.7.4.2.4. Modelin Sınanmasının Güçlüğü.....	55
2.7.4.2.5. Benzetim Yönteminin Öncelikle Kullanılması.....	55
2.7.4.3. Benzetim Modelinin Yapısı.....	56
2.7.4.3.1. Modelin Bölümleri.....	57
2.7.4.3.2. Modelin Değişkenleri.....	57
2.7.4.3.2.1. Dışsal Değişkenler.....	57
2.7.4.3.2.2. İçsel Değişkenler.....	57
2.7.4.3.2.3. Durum Değişkenleri.....	58
2.7.4.3.3. Modelin Katsayıları.....	58
2.7.4.3.4. Fonksiyonel İlişkiler.....	58

2.7.4.3.5. Modelin işleyişi.....	59
2.7.4.4. Monte Karlo Tekniğinde Gerçekçi Uygulamalardaki Problemler.....	61
2.8. Risk Analizinin Kullanışlılığı.....	64
2.8.1. Marjinal Projeler.....	64
2.8.2. Nadir Belirsizlikler.....	64
2.8.3. Proje Özelliklerinin Optimizasyonu...	64
2.8.4. Arama Projeleri.....	64
2.9. En İyi Yatırım alternatifinin Seçimi...	65
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	66
KAYNAKLAR.....	67
ÖZGEÇMİŞ.....	68



NOTASYON LİSTESİ

Y	: Başlangıç Yatırımı
a_j	: Net Nakit Girişi
i	: İskonto oranı
NBD	: Net Bugünkü Değer
$İVD$	: İç Verim Oranı
KG	: Karlılık Göstergesi
V_{NBD}	: Umulan Net Bugünkü Değer
V_k	: Net Bugünkü Rakam Değerlerinden Herbiri
P_k	: Net Bugünkü Değerlerin Olasılığı
S	: Standart Sapma
D_k	: Değişkenlik Katsayısı
$\zeta.K$	: Çarpıklık Katsayısı
M_3	: Üçüncü Moment
$B.K.$	: Basıklık Katsayısı
m_4	: Dördüncü Moment
$G.Ö.D$	: Geri Ödeme Devresi
a	: Yatırımın Her Yılı Eşit Nakit Girişi
q	: İskonto Oranına Eklenecek Risk Payı
ζ	: Riskten Kaçma Katsayısı
b_j	: Belirlilik Eşdeğeri Katsayısı
$\bar{V}_k$	: Umulan Kar/ton Değeri
$\bar{V}_g$	: Umulan Gelir/ton Değeri
$\bar{V}_m$	: Umulan Maliyet/ton Değeri
LL	: En Düşük Değer

ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil: 1 Çarpıklık Katsayısına Bir Örnek
- Şekil: 2 Basıklık Katsayısına Bir Örnek
- Şekil: 3 Belirlilik Eşdeğeri
- Şekil: 4 Risk Analizinde Kullanılan Olasılık Dağılımı Tipleri
- Şekil: 5 Aralı-Dikdörtgen Dağılım ve Kesikli Dağılım
- Şekil: 6 Rastgele Örneklem Yöntemi-Korele Edilmiş Değişkenler.

TABLO LİSTESİ

Tablo: 2.1. BERİ - E-deksi

Tablo: 2.2. Likidite Endeksi

Tablo: 2.3. Maliyet/Ton Değişkenleri

Tablo: 2.4. Gelir/ Ton Değişkenleri

Tablo: 2.5. Gelir Maliyet, Kar Değişkenleri

Tablo: 2.6. UmulanKar/Ton Değişkenleri



ÖZET

Riskin ölçülebildiği günümüzde risk korkulu bir tabu olmaktan risk analizleri sayesinde kurtulmuştur.

Bundan dolayı bu çalışmada madencilik sektöründeki risklerin çeşitli tanımlanmıştır. Bu riskler rezerv riski, üretim riski, pazar riski, politik risk, döviz riski ve ülke riskidir.

Daha sonra riskin ölçülmesini sağlayan parametreler umulan değer, standart sapma ve değişkenlik katsayısı, çarpıklık katsayıları tanımlanmıştır.

Riski değerlendirme yöntemleri, riski yansıtan iskanto oranı, geri ödeme devresi, belirlilik eşdeğeri ve olasılık dağılımı yöntemleri anlatılmıştır. Milten Şirketler Topluluğu Yeniköy Açık İşletmesi üzerinde yapılan uygulamada kârın 102.000 TL'in altına inme şansının sadece % 5 olduğu, umulan kârın 192.500 TL/ton ve bunun gerçekleşebilme olasılığının % 42 olduğu görülmüştür.

RISK ANALYSIS IN MINE INVESTMENT PROJECT

SUMMARY

Risk analysis techniques for the evaluation of mineral project investment decisions include further delineation of a mineral deposit, continuation of an exploration project, development of a new mine capacity.

Mineral project decisions concern investment for the purpose of generating a stream of future cash flows. In order to make this type of investment decision, the optimum specifications for the project must first be determined. Then, the economic justification of the investment can be evaluated based on these specifications.

Mineral project investment decisions are made under conditions of uncertainties. Uncertainties arise because of the deposit characteristic. Since the environmental parameters are variable, the deposit characteristics cannot be fully examined. at the development stage environmental parameters such as market prices, operating and capital costs, government policy conditions are uncertain.

Under conditions of this uncertainty, investment alternatives should be evaluated based on risk criteria. Risk analysis techniques translate perceived deposit and environmental uncertainties into an appropriate risk criterion. The evaluation of expected value and risk decision criteria are usually based on the discounted cash flow. In addition, to these quantifiable criteria, intangible factors must of course be considered in the decision process.

1)- Kinds of Risk

There are seven kinds of risk in mineral investment project.

a)- Reserve risk: The main problem is if the mineral reserves of sufficient quantity and quality can provide for the projected volumes of production over the expected life of the project.

b)- Completion risk: Completion risk can vary considerably depending on the location of the project and the amount of infrastructure required. It is important because most of the customers prefer a completion guarantee before sales agreement.

c)- Production risk: After completion, will the mine be able to produce projected volumes with in given cost parameters? Most of the customers want to see a production guarantee.

d)- Market risk: This risk is associated with the ability of the project to maintain a sales volume and price structure to maintain expected cash flow.

e)- Political risk: If the mine is in a foreign country will there be restrictions that negatively affects cash flow? What's the possibility of expropriation?

f)- Foreign exchange risk: That kinds of risk can appear only at the international projects. Will currency rates remain stable during the project life?

g)- Country risk: Country risk is the probability of that country not being able to pay its foreign debts. This risk is important because of credit consideration.

2)- Measuring of Risk

Risk can be measured using the techniques described below:

a)- Expected value, Standard Deviation and Variableness Coefficient.

The most common methods of measuring the risk is to find expected value, standard deviation and variableness coefficient of net present value, internal rate of return or profitability index of investment alternatives.

$$\bar{V}_{NBD} = \sum_{k=1}^n V_k \cdot P_k$$

$\bar{V}_{NBD}$ = Expected net present value

V = Each of net present value

P = Probability of each net present value

n = Number of value which is used to calculate expected value.

When IRR is used instead of NPV, its expected value is calculated.

Standard deviation of investment alternatives can be calculated following equation:

$$S = \sqrt{\sum_{k=1}^n (V_k - \bar{V})^2 \cdot P_k}$$

S = Standard deviation

Variableness coefficient is rate of this two value

$$D_k = \frac{S}{\bar{V}}$$

The greater variableness coefficient, the greater risk.

b)- Skewness Coefficient

Skewness coefficient gives to us knowledge about shape and type of probability distribution

$$C.K = \frac{m_3}{S^3}$$

C.K = Skewness coefficient

m_3 = The third moment

S = Standard deviation

The third moment is calculated from following equation,

$$m_3 = \sum_{k=1}^n (V_k - \bar{V})^3 \cdot P_k$$

If probability distribution. Skews to right hand side, skewness coefficient is positive, skewness coefficient sings lesser risk.

3)- Methods of appraisment investment which have risk

a)- Rate of Return Period

This method shows return when to company to capital investment.

$$G.O.D = \frac{Y}{a}$$

G.O.D. : Rate of Return Period

Y : Capital investment (₹)

a : Cash flow of investment per year (₹)

The shorter rate of return period, the lesser risk

b)-Risk-Adjusted Discount Rate

It is very common for mining companies to raise the discount rate by a risk premium. The "premium" added to the discount rate reflects on subjective assesment of risk.

If company uses NPV criteria, it becomes this form

$$-Y + \sum_{j=0}^n \frac{\bar{a}_j}{(1+i+g)^j} > 0$$

g : risk discount rate

c)- Determinateness Equivalent

In the NPV, IRR, PI formula, lesser cash flow which is purfied from risk is used.

$$a_j = b_j \cdot \bar{a}_j$$

$\bar{a}_j$: Expected net cash flow.

a_j : Cash flow which is purfied from risk.

b_j : Determinateness equivalent coefficient ($0 < b_j < 1$)

$$-Y + \sum_{j=0}^n \frac{a_j}{(1+i)^j} < 0$$

d)- Probability Distribution Methods

Probability distribution of NPV, IRR or PI and gives to us knowledge about risk of Investment. Decision-making is released to investor. Both

analytical and computer added Monte Carlo Simulation techniques can be used.

4)- Usefulness of Risk Analysis

There are four types of mineral investment project for which the evaluation of risk is particularly important.

- a)- Marginal projects
- b)- Unusual Uncertainties
- c)- Optimization of Project Specifications
- d)- Exploration Projects.

5)- Selecting the "Best" Investment Alternative

An investment which indicates a high expected value will be preferred to one with lower expectations. However, in many practical cases one alternative will exhibit a higher expected value and another lower investment risk. There is not in fact an absolute "best" alternative. It depends on a lot of things (the size of the investment in the relation to size of the mining company, and the risk preference of company).

BÖLÜM 1. GİRİŞ VE AMAÇ

İş hayatında rekabetin önplana çıkması, ülke pazarlarının uluslararası pazarlar haline dönüşmesi Türkiye'deki madencilik kuruluşlarını da uluslararası yüksek teknoloji ile rekabete zorlamıştır. Bütün bunlara madencilik sektörünün getirdiği extra riskler ki bunlar: rezerv riski, hazırlık riski, üretim riski ve maden yataklarının rezerv ve tenör bakımından zengin kısımlarının hızla tükenmesi eklenince maden yatırımlarını seçip karar vermeden önce değişik sorumluluklar yüklenmiş ve değişik deneylerden geçmiş danışmanlara başvurmaları ve ilgili konularda ayrıntılı bilgiler sağlayabilecek uzmanlardan yararlanmaları gereğini doğurmuştur.

Bu çalışmada, işletmelerde yatırım kararı verme sorumluluğunu yüklenmiş, kişi yada kurullara yatırımın taşıdığı risk konusunda oldukça ayrıntılı bilgiler sunma yolları üzerinde durulacaktır. Bu yollar teorik açıdan incelenmekle beraber bir de uygulama yapılacaktır.

BÖLÜM 2. TEORİK KISIM

2.1. Finans Kararları İçinde Yatırım Kararlarının Yeri [1]

Solomon'a göre bir işletmenin finans yöneticisinin görevi sürekli olarak şu üç soruya cevap bulmaktır.

- 1- İşletme hangi varlıklara sahip olmalıdır?
- 2- İşletmenin toplam yatırım miktarı ne olmalıdır?
- 3- Bu fonlar nasıl elde edilmedir?

Bu sorulardan ilk ikisi yatırım, sonucu para bulma(financing) ile ilgilidir.

Porterfield ise işletmenin şu üç konuda karar alma durumuyla karşı karşıya olduğu görüşündedir.

- 1- Nereye, ne kadar yatırım yapılmalıdır?
- 2- Ortaklara ne kadar kâr payı ödenmelidir?
- 3- Nereden ne kadar para bulunmalıdır?

Van itorne de aynı kararları yatırım, para bulma (financing) ve kâr payı dağıtma kararları adı altında incelemektedir.

Görüldüğü gibi finans yöneticisinin görevleri hakkında , adı geçen her yazarın örnek olarak verilen bölümlerinde baş köşeyi hep yatırım kararları almaktadır. Yatırım kararlarının bu denli önem taşımalarının nedenleri, hem büyük tutarlarla ilgili bulunmaları, hemde bir kez yatırım yapıldıktan sonra kararı değiştirmenin

çok güç olmasıdır. Bir başka değişle yatırım kararları bir yandan işletmenin taşıdığı riski, öbür yandan da karlılığı belirler. Üstelik etkileri de genellikle uzun sürelidir.

Konuyu makro açıdan düşünmek yatırım kararlarının önemini daha açıkça ortaya koyar. Türkiye gibi az gelişmiş bir ülkenin kalkınması, kıt olan kaynaklarını en yararlı kullanım yerlerine yatırmakla gerçekleştirilir.

2.2. İşletmenin Amacına Yönelik Yatırım Kararları [1].

Yatırım kararlarının alınmasında kullanılacak kıstas işletmenin amacına yönelik olacaktır. Bu amacın işletmenin bütünü için ne olduğu sorusu doyurucu bir şekilde cevaplandırılrsa bile, finansal kararlar bu arada yatırım kararları için açık seçik bir amacın belirlenmesi gerekir. İktisattaki ünlü "kar maksimizasyonu" varsayımı burada olduğu gibi kabul edilememektedir. Çünkü kâr kavramı, iktisat ve muhasebe dillerin de amortisman ayırma, stok değeri vb. nedenlerle farklı anlamlara gelir. Ayrıca uygulamada net kâr-brüt kâr, vergiden önceki kâr, vergiden sonraki kâr, içinde bulunulan dönemin kârı, gelecek dönemlerin kârları, toplam kâr, pay senedi başına kâr kavramlarında hangisinin kullanılacağı soruları ortaya çıkar. Bundan başka kârların elde edilme zamanları ve gerçekleşme olasılıkları da yatırım kararlarını etkileyebilir. O halde, işletmenin amacı olarak kabul edilecek kavram işletmenin net bugünkü değerinin maksimum kılınmasıdır.

İşletmenin yeni bir yatırıma girişiyle n yıl boyunca işletmeye yılda aj kadar net bir nakit akışı olacaksa ve başlangıç yatırımının Y ve iskonto oranını, yada zaman içinde marjinal tercih oranı; yatırımı kabul etme ölçütünü şöyle gösterebiliriz.

$$-Y + \sum_{j=0}^n \frac{a_j}{(1+i)^j} > 0$$

Bu eşitsizliğin anlamı, bir yatırımının kabul edilebilmesi için ilerideki yıllarda yaratabileceği net nakit girişlerinin bugünkü değerleri toplamının, yatırımın başlangıçta doğurduğu nakit çıkışından fazla olması gerektiğidir.

2.3. Yatırım Önerilerinin Değerlendirilmesi [1]

Yatırım önerilerinin değerlendirilmesinde kullanılan çeşitli göstergelerden ikisinin diğerlerine göre üstün oldukları konusunda birleşilmiştir. Net Bugünkü Değer (NBD) ve İç Verim Oranı (İVO) adlarını verdiğimiz bu iki gösterge, nakit akışını, yatırımın ömrünü ve paranın zaman değerini dikkate almak suretiyle işletmenin yukarıda açıklanan amacına yönelik sonuçlar verdiklerinden geri ödeme devresi toplam nakit girişi/ yatırım tutarı, yıllık ortalama nakit girişi/yatırım tutarı, yıllık ortalama gelir/ ortalama defter değeri gibi gösterlere göre çok daha tutarlı ve anlamlı sonuçlar verirler.

Aslında NBD ve İVO göstergeleri ayrı denklemin iki değişik açıdan çözümüdür. Bir yatırım önerisinin getireceği tahmin edilen net nakit girişleri bugünkü değere çevrilecek olursa, şöyle bir eşitlikle karşılaşılır:

$$V = \sum_{j=0}^n \frac{a_j^*}{(1+i)^j}$$

* Burada j'ye sıfırdan başlayarak değer verilmesi, başlangıç yatırımıyla ilgili nakit çıkışının başlangıç

yılındaki aksi nakit girişı olarak denkleme katıldığını gösterir.

Burada V , net nakit akışlarının, iskonto oranıyla iskonto edilmiş bugünkü değerini göstermektedir. Net nakit akışları olan (a_j) lerin ve yatırımın ekonomik ömrü (n) nin bilindiği varsayılan bu denklem, bir kez iskonto oranı i veri iken çözülüp net bugünkü değeri (V) , bir kez de net bugünkü değer sıfır $(V=0)$ iken çözülüp iskonto oranı i bulunabilir.

İşte bu iki çözümden ilki NBD göstergesinin, ikincisi de İVO göstergesinin esasını oluştururlar. Eğer bir tek yatırım önerisi söz konusu ise her iki göstergeyle de bu yatırım önerisinin kabul veya reddedilmesiyle ilgili kararın aynı olması metamatik bir zorunluluktur. NBD göstergesiyle ancak artı net bugünkü değer veren önerilerinin, İVO göstergesiyle ise ancak sermaye maliyeti üzerinden bugünkü değere indirgeyen NBD göstergesinin sabit marjinal sermaye maliyeti varsayımı altında İVO göstergesine üstün olduğu genellikle kabul edilir.

İki göstergenin karşılaştırılmasında ele alınan bir başka konu da nakit akışlarının düzensiz olduğu yatırım önerileridir. Bunun anlamı, bir yatırımın başlangıç yılında ve belki hemen onu izleyen bir süre için nakit çıkışı, sonraki yıllarda nakit girişı ve bir süre sonra, yeniden nakit çıkışı doğurmasıdır. Böyle durumlarda İVO göstergesi bir tek sonuç vermez, nakit akışı kaç kez işaret değiştiriyorsa, diğer bir deyişle eksi-den artıya, artıdan eksiye kaç kez geçiyorsa o kadar sayıda iç verim oranı bulunabilir.

NBD ve İVO göstergeleriyle aynı aileden sayılan karlılık göstergesi (KB) bazı yazarların fayda-maliyet oranı da dedikleri bu gösterge net nakit girişlerinin

bu günkü değerinin başlangıç yatırımına oranına eşittir*

* Eğer nakit çıkışları birden çok yıl sürüyorsa, KG oranının paydasına bunların iskonto edilmiş bugünkü değeri yazılır.

$$KG = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{a_j}{(1+i)^j}}{Y}$$

Karlılık göstergesi 1'den büyük ise yatırım önerisi kabul edilir, değilse reddedilir. Bu gösterge pek çok durumda NBD ile aynı sonucu verir. Ancak iki öneriden birinin seçimi söz konusu ise bazı özel durumlarda KG ve NBD farklı kararlar alınmasına yol açabilir. Bu gibi durumlarda marjinal sermaye maliyeti sabit varsayılırsa, NBD göstergesinin daha doğru sonuçlar verdiği kabul edilebilir.

2.4. Yatırımın Taşıdığı Risk [1]

Buraya kadar olan bölümde açıkça olmasa da bir varsayım yapılmış ve yatırım kararlarının tamamen belirlilik koşulları altında alındığı kabul edilmiştir. Bu varsayımın yapılması yatırımın NBD, KG ya da İVO'nun olasılık dağılımı olan bir rakam değil, tam tersine sabit rakam olması sonucunu doğurur. Fakat gerçek hayatta böylesi kesin bir belirlilik imkansızdır. Yatırım kararını verecek kişi, yada kurul NBD ya da İVO'nu hesaplarken önceden kestirilemeyen pek çok olayın bu tahmini geçersiz kılınabileceğini gözden uzak tutamaz.

Kesin bir belirliliğin bulunmadığı karar verme durumları iki bölüme ayrılabilir. Risk ve belirsizlik.

Bunlardan risk, bir olayın olasılık dağılımının bilinmediği, belirsizlik ise bu dağılımın bilinmediği durumları kapsar. Belirsizlik karşısında karar verme yöntemlerinin araştırılması yöneylem araştırmasının Oyun Teorisi dalının alanına girer. Ancak eğer olasılık dağılımının objektif olarak bilinmemediği durumlarda kişisel bir olasılık dağılımı saptanabilirse, riskli durumlarda uygulanabilecek karar verme yöntemleri bu durumlarda uygulanabilir.

Bir yatırımın taşıdığı risk, bir bütün olarak işletmenin yüklendiği riski iki bakımdan etkileyebilir. Bunlardan birincisine iş riski, ikincisine de finansal risk adı verilebilir. İş riski işletmenin çalışmasıyla ilgili olup işletme fonlarının sağlandığı kaynaklardan tamamen bağımsızdır. Bu risk, işletmenin net faaliyet gelirinin nisbi dağılımı olarak tanımlanabilir. Bu nisbi dağılımın büyüklüğü değişkenlik katsayısı ile ölçülebilir. Kuşkusuz bir değişkenlik kat sayısı bu risk hakkında tam bir fikir vermez. Bu nedenle değişkenlik katsayısına ek olarak dağılımın sağa veya sola kayma (asimetri) ölçüsü ve kesiklik ölçüsünde incelenir.

Finansal risk bir işletmenin ödemelerini yapacak nakde sahip bulunamama olasılığı ile adi pay senetleri sahiplerine dağıtılacak kazançlardaki değişkenliği kapsar. İşletmenin borçlanma oranı arttıkça faiz ödemelerini karşılayamama olasılığı da, diğer şeyler sabit kalmak koşuluyla, artar. Aynı şekilde borçlanma oranının büyümesi adi pay senetleri sahiplerine ait kazançların değişkenlik katsayısını arttırma yönünde bir etki yaratır.

2.5. Madencilik Yatırımlarındaki Risk Çeşitleri [2]

Madencilik yatırımlarındaki risk çeşitleri:

2.5.1. Rezerv Riski

Buradaki ana soru projenin beklenen ömründe üretimi sağlamak için yeterli kalite ve nicelikle bir kömür rezervi varmıdır. Kömür madenleri için uzun maden ömrü ve büyük rezervler dolayısıyla bu düşük bir risktir. Bu maden ömürleri genellikle otuz yıl dolayındadır. Ticari bankaların çoğu projeye kredi vermek için istedikleri şart on yıl civarında yatırım ömrü olması olduğundan kredi vereni tatmin etmek için yeterli rezerv bazından daha fazlası genelde vardır. Teminat vadesinin programlanan tarihinde rezervin en az üçte birinin kalması genel bir kuraldır.

Ancak kömür kalitesinin damardan damarave/veya proje ömründe yıldan yıla değişmesi problemi vardır. Satış kontratında belirtilen özellikleri karşılayamayan kalitedeki kömürü verme riski uygun bir arama tekniğini ile minimize edilmelidir. Bunkalar yeterli kalite analizini sağlayan korotlu sontajların uygunluğuna bakarlar. Rezerv değişikliği ilgili problem genellikle miktarla değil kaliteyle ilgilidir.

Örneğin yönetim sadece üretimin ilk yıllarını hedeflediği için ABD'de yeni bir kömür projesinde gecikmeler meydana gelmiştir. Toplam rezervin basit olarak yıllık üretime bölünmesi gerekli sigorta miktarında daha fazla sigortaya ihtiyaç gösterdi. Teminat şartı olarak 11-15 yıl göz önüne alındı. Sahada yeterli sondaj yoktu ve sülfürde yükselen bir eğilim vardı. Şirketin ilk çözüm yolu test edilip görülmüş kalitedeki

rezervi yeraltı üretimiyle arttırmaktı. Kömür hazırlama tesisinde ince kömür devresini fazla çalıştırmaya yeterli değildi. Son çözüm teminat oranları içinde kalmak için kabul edilebilir sülfür seviyesinde yüzeyi açılabilen rezervi kalan rezervle kıyaslayarak bir 'rezerv test maddesi' sözleşmeye ilave edildi. Eğer sonraki sondajlar kömür kalitesini doğrulamazsa ilave rezervin en sonra satılmasına karar verildi. Bu teminatı sağlamak için gerekliydi.

2.5.2. Hazırlık Riski

Bu risk gerekli alt yapının miktarı ve proje lokasyonuna bağlı olarak değişebilir. Bir proje kömürü üretip nakletme yeteneğinde değil fonların büyük bir yüzdesinin harcadığı zaman bir banka için en yüksek risk sürecidir. Tamamlama konusu tayin edecek sorular şunlar olmalıdır? Kömürü yer altından çıkarmaya teknoloji yeterli mi? Sermaye bütçesiyle gerekli alt yapı ve ocak yapılabilir mi? Ocak zamanında tamamlanabilirmi ve mantıklı bir uygulama periyodu üzerinde verilen maliyetlerle projelenen hacim üretililebilecek mi?

Kömür projelerinde spesifik bir sorun nakliyenin önemidir. Bir projenin rekabet şansı sık sık nakliye (genellikle raylı nakliye) maliyetindedir. Ayrıca raylı nakliyat ve liman (deniz taşımacılığı) hattı genellikle kullanılan nakliyat sistemidir. Kıymetli mineraller gibi uçakla veya kamyonla nakliyata ekonomik şartlar izin vermez.

Kömür satış anlaşmalarındaki terminoloji bu riski düşürmek için kullanılabilir. Örneğin kontratta bir gecikme olabilirmi veya alternatif bir kaynaktan kömür gecici olarak sağlanabilirmi?

Çoğu proje bir tamamlama garantisi sağlayan kurallarla yapılır. Bazı bankalar tamamlamama riskini almaya razı iken, şirketin diğer taahhütlerine karşılık daha yüksek faiz oranında bankanın kredi verecek olması önemlidir.

2.5.3. Üretim Riski

Hazırlıktan sonra, sermaye vadesi üzerinde verilen maliyet parametreleri içinde planlanan miktar üretililecek mi? Bu görünmeyen bir kömür madeninde bir alıcının bir satış kontratı imzaladığı zaman aldığı riskle aynıdır. Bir kimse maden şirketinin geçmiş tecrübesine fizibilite çalışmalarının detay ve doğruluğuna ve eğer varsa aynı bölgedeki benzer madenlere bakmalıdır. Daha önceki örnekteki proje finansmanı boyunca karşılaşılan bazı üretim riskleri şöyledir.

Örtü oranının hızla yükselmesi sebebiyle eski üretim seviyesini korumak amacıyla bir açık ocakta uzun ayak üretim yöntemiyle yeraltı üretimine geçilmesi planlanıyordu. Tavan taşı şartları hakkında gerçek veriler yoktu ve uzun ayak verimliliğini tahmin edecek yeterli yeraltı tecrübesi yoktu. Açık ocak üretiminde elde edilen nakit akışı ödünç verilmeye ve ilave bilgiler edilinceye kadar uzun ayak kararı geçikmeyle sonuçlandı.

İkinci örnekte ise işletmeciler geçmişte sıradan shovel problemlerinin sebep olan çok sert kil örtü tabakasını kazımı için bir hidrolik shovel ve dünyanın en büyük kamyonları arasında ki kamyonları seçtiler. Elbetteki bankalar bu üretim riskini almakta kuşkuluydular. Bu durumda çözüm riski ekipman imalatçıları arasında bölüştürmekte bulundu. Shovelin kazabilirliği üzerine kontrat imzalandı ve daha önemlisi kamyon üreticileri bir bakım programı boyunca kamyonlarının

mekanik başarısını % 85 oranında garanti ettiler.

2.5.4. Pazar Riski

Pazar riski nakit akışını sağlamak için gerekli fiyat yapısı ve satış hacmini sağlamak için projenin kabiliyeti arasında ortaklık kurulmalıdır. Kömürün normal (çok) stok durumlarında bankalar genellikle bu riski almakta kararsızdırlar. Bankalar satıcı ve tüketici arasında hem satış anlaşması hemde uzun vadeli taahhütü sağlayan çok sağlam kontratları görmeyi tercih ederler. Tüketici tarafından bir zorlama her zaman yararlı olacaktır.

Eğer üretici yüksek bir borç-eşitlik oranından yararlanmayı planlıyorsa görüşmeler farklı olmalıdır ve kömür kontratı süresince üreticinin stratejisi önemlidir. Örneğin peşin ve kısa vadeli kontratlarda kömür fiyatları daha yüksektir. Fakat, yeni bir yatağı hazırlamak için kısma ve finansmanı kolaylaştırmak için uzun vadeli satış sözleşmeleri altında olan proje üretiminin baştaki yüzdesi vardır. Benzer şekilde eğer satışların büyük bir kısmı firmalara karşılık kullanıcıya ulaşırsa borç bulmak daha kolaylaşır. Bu özellikle Tayvan ve Japonya gibi ülkeler tarafında yapılan son anlaşmaların sonucudur.

Kömür kontratları bir ilişki için temel olarak görülmelidir. Tarafların her ikisinde eşit olmadığı "air tight (hava geçirmez)" olarak bilinen anlaşma dürüst görüşmeyi temin etmekte daha az finansal çekiciliğe sahiptir. Kömürkazanlarında kömür kullanımıyla ilgili küçük bir sorun vardır. Kömür kontratla belirtilen kalite ve özelliklerle uzun vade satış sözleşmeleriyle pazarlanır ancak kazanlarda problem ortaya çıkar. Bunun çözümüde kömür sözleşmelerine temel oluşturacak numunenin

çeşitli yerlerden alınan numunenin harmanlanmasıyla elde edilmesidir.

Bu hazırlık aşamasında uzun vadeli talebi pratik olarak almak için önemlidir. Üretim ve pazarlama riskinin birleşmesiyle esnek bir madencilik planının önemi artar. Sabit ve değişken maliyetler arasındaki ilişki nedir? Talebe uygun olarak çalışma maliyetini dramatik bir biçimde yükseltmede daha düşük üretim yapılabilir mi? Böyle bir durumda düşük talep periyodu boyunca hizmet borucu (mali külfet) için projenin kabiliyeti finansal kurumlara gösterilmek zorundadır. Maden planı tercihleri bir büyükden ziyade bir büyük bir küçük üretim kapasitesi (kontrat edilen üretimin belirli bir yüzdesi) seçimini içermelidir veya tamamı uzun ayak üretim yöntemi olarak çalışmalı aksi halde oda topuk üretim yöntemine çevrilebilmelidir.

2.5.5. Politik Risk

Eğer bir maden yabancı bir ülkedeyse nakit akışını negatif olarak etkileyecek kısıtlamalar olacak mıdır? Kamulaştırma olasılığı nedir?? Politik risk Birleşmiş Devletlerin dışında projeyi etkilemez yeni ABD çevre düzenlemesi oldukça masraflı yeni atık imha etme sistemi gerektirir veya çalışma gücünde % 20'lik bir artış gerektiren yeni bir düzenleme olursa projenin karlılığı ne duruma gelecektir?

Bu duruma ABD'deki asit yağmurları süresince çıkan kanunlardan daha iyi örnek verilemez. Sekiz yıllık bir vadede bazı düzenlemelerin kömür pazarının bir önceki avans vadesini etkilemesi kaçınılmazdır. Bu nasıl elde edildi? Her şirket hem çalışma maliyeti hem de sülfür içeriğinin rakiplerinkine göre sıralamalı ve

yorumlamalıdır Üretici firmalar genelde müşterileriyle köklü ve eski ilişkilere sahiptirler. Birkaç talep olasılığı projelendirilir. Şirket uygun nakit akışını sağlamayı devam ettirmek için yerine oturduğu kolay anlaşılmaya başlar ödeme şirketi ocakları arasındaki kömür yataklarını gelecek kanunları tarafından gerekebilecek değişiklikleri yapmak için uygun bir yapı oluşturur.

2.5.6. Döviz Riski

Bu uluslararası projelerde görülen bir risktir. Projenin getiri, maliyet ve borç olarak adlandırılan nakitleri ne olacaktır. Bunların oranları sabit kalacak mıdır? Nakit riski kredi verenler tarafından olduğu farz edilebilir, fakat iyi tasarlanmış bir finansal planı başlangıçta potansiyel problemleri minimize edebilir. Klasik plan projenin gelirinin nakit ödemeleri karşılar.

Döviz oranları da ihracat pazarında bir projenin rakipleri üzerinde bir baskı oluşturacaktır. Deniz aşırı kömür pazarlamadaki zorluk için ABD dolarının sağlam yapısı önemlidir. Avustralya gibi ürettiği kömürün % 50'sini ihraç eden ülkelerde zamanla nakit para devalüasyonunun avantajı gözükmez.

2.5.7. Ülke Riski [3]

Ülke riski bir ülkenin belirli ölçüde kendi etkinliğindeki olaylar nedeniyle dış borç yükümlülüklerini yerine getirememesi olasılığıdır. Bilindiği gibi uluslararası kredi işlemlerinde taraflar çoğunlukla farklı ülkelerden gelmekte ve birbirlerinde oldukça uzakta bulunabilmektedir. Bu nedenle bu tür kredilerin geri dönmesi bir yerde borçlu ülkedeki politik ve ekonomik

gelişmelere bağlı bir risk taşımaktadır. Söz konusu riskin belirlenmesi aynı zamanda borçlunun kredi verilebilirlik açısından değerlendirilmesi demektir.

Uluslararası finans ve bankacılık alanında ülke riski konusunda tam bir kavram karmaşasına rastlanmakta, sözkonusu kavramın hükümet, transfer ve ticari risk sözcükleri ile birlikte veya onların yerine kullanıldığı gözlenmektedir.

Hükümet riski (sovereign risk) bağımsız bir devletin hükümetine verilen kredilerin geri ödenmesinin taşıdığı belirsizliktir. Transfer riski döviz yetersizliği nedeniyle ülkenin dış borç yükümlülüklerini yerine getirmeme olasılığı, ticari risk ise belirli bir şirketin sektörel gelişmeler ve yönetim aksaklıkları nedeniyle teknik likiditesini yitirebilmesidir. Bazı durumlarda sözü edilen risk türlerinin iç içe girdikleri gözlenmektedir. Örneğin bir özel sektör kuruluşunun almış olduğu dış krediyi ödeyememesi hükümetin yanlış ekonomi politisinin bir sonucu ise ülke riski, kötü yönetimini sonucu ise ticari risk kapsamına girmektedir. Öz olarak ülke riski ve kredi değerliliği ilişkisine gelince, aynı olaya değişik iki tarafın bakışının ötesinde bir farklılık sözkonusu değildir. Ülke riski bankaların politik ve ekonomik gelişmeler açısından kredi verilmeye layık borçluyu belirlemesi, kredi değerliliği ise riski düşük ülkenin borçlanabilme güç ve yeteneğine sahip olmasıdır.

2.5.7.1: Riski Belirleyen Etmenler

Bir ülkenin kredi riskini belirleyen etmenler temel olarak politik-sosyal ve ekonomik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

2.5.7.1.1. Politik ve Sosyal Etmenleri

Alacaklı bankalar açısından borçlu Ülkenin politik istikrarı ayrıcalıklı bir öneme sahiptir. Politika ve ekonominin karşılıklı iletişimi., politik kargaşa nedeniyle ekonomik yaşamın tepe taklak olması ve dış borç yükümlülüğünün yerine getirilememesi yada aynı sonuca değişen yönetim nedeniyle ulaşılamaması, uluslararası bankacılarca iyi bilinen bir olgudur. Bu nedenle politik istikrar konusunda duyarlılık gösterilmekte; hükümetin gücü dış ekonomik ve politik tercihleri, ülkede grev, ayaklanma, savaş vs. olağanüstü koşullar beklentisi değerlendirilmeye çalışılmaktadır.

Sosyal etmenlerde Ülkenin politik ve ekonomik yapısını etkileyen bir niteliği sahiptir. Bu nedenle uluslararası bankacılar ülke risk analizlerinde borçlu ülkelerin nüfus yoğunluğu, eğitim düzeyi gelir dağılımı, işgücü-sendikalar ve dini, etnik kutuplaşmaların önemli sayılmayacağı, örgütlü ve nitelikli işgücüne, dengeli nüfus artış ve dağılımına ve de yüksek eğitim düzeyine sahip ülkelerin riski daha az olacaktır.

2.5.7.1.2. Ekonomik Etmenleri

Borçlu Ülkenin borcunu geri ödeme olasılığı büyük ölçüde söz konusu Ülkenin ekonomisinin geçmiş ve gelecekteki performansı ile yakından ilgilidir. Ülke riskini etkileyen ekonomik etmenleri üçlü bir sınıflandırmaya tabi tutmak olasıdır.

2.5.7.1.2.1. Ekonominin Durumu

Ekonomi politikası serbest piyasa güçlerine mi yoksa devlet müdahalesine mi dayanıyor? Yabancı sermaye konusunda genel tutum ne? Büyüme, iç tasarruf, işsizlik, enflasyon oranları nasıl bir gelişim izlemekte? Sıhhatli bir maliye ve bütçe politikası izlenmekte mi? Vergi geliri nin G.S.M.H içindeki payı arttırmamı? Bütçe açıkları ve yatırımlar ne durumda?

Bu ve buna benzer sorularla ilk aşamada borçlu ülkenin ekonomisinin gücü ve gelecekteki durumu değerlendirilmeye çalışılmaktadır.

2.5.7.1.2.2. Dış Ekonomik Durum

Ödemeler dengesindeki gelişmeler, dış ticaret ve cari işlemler açıklarının seyri, dış ticaret sektörünün G.S.M.H. içerisindeki payı, dışsatım ile dışalımın ülke ve mal bileşimi, IMF kotalarının kullanılma derecesi, döviz rezervleri vede ülke parasının konvertibilitesi gibi konular bu grupta yer almaktadır.

2.5.7.1.2.3. Ülkenin Toplam Dış Borçları

Ülkenin toplam dış borçları, borçların ulusal gelir içerisindeki payı borç yapısında kısa vadeli olanların ağırlığı, sabit değişken faiz dağılımı ve de Borç Servis Oranı (Bedt-Servicing Ratio) uluslararası bankacıların duyarlılıkla izledikleri ekonomik göstergelerdir. Özellikle yıllık borç yükümlülüğünün mal ve hizmet dışsatımına bölümünü gösteren Borç Servis oranı çoğu kez uluslararası bankacıların kredi değerliliğini belirlemede kullandıkları temel ölçüt olmaktadır.

2.5.7.2. Değerleme Sistemleri

Uluslararası bankacılıkta borçlu ülkelerin riskini ve kredi değerliliğini belirlemede çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin temel amacı ülke riskini belirleyen politik-sosyal ve ekonomik etmenlerin geçmişteki durumları ve gelecekteki konusunda, kredi veren kuruluşlara sıhhatli ipuçları vermektedir.

Bu alanda en yaygın olarak kullanılan risk değerlendirme sistemleri başında BERI- indeksi (Tablo 2.1) (Business Environment Risk information) gelmektedir. Aşağıdaki tabloda bir örneği sunulan sözkonusu indeks 100 kadar uzmanın yılda üç kez 48 ülkeyi 15 değişik ölçüt doğrultusunda değerlemesine dayanmaktadır.

TABLO: 2.1. BERI- Endeksi

	Puan sayısı	Tarzi	Toplam Değer
1- Politik istikrar	x	3.0 (=)	
2- Yabancı sermayeye karşı tutum	x	1.5 (=)	
3- Devletleştirme eğilimleri	x	1.5 (=)	
4- Enflasyon	x	1.5 (=)	
5- Büyüme oranı	x	2.5 (=)	
6- İşçilik giderleri productivite	x	2.0 (=)	
7- Ödemeler dengesi	x	1.5 (=)	
8- Konverbilite	x	2.5 (=)	
9- Bürokratik engeller	x	2.0 (=)	
10-Sözleşmenin uygulanabilirliği	x	1.5 (=)	
11-Üretim kalitesi	x	0.5 (=)	
12-Yerel ortakların yönetim kalite.	x	1.0 (=)	
13-Ulaşım kolaylıkları	x	1.0 (=)	
14-Kısa vadeli kredi olanakları (iç pazardan)	x	2.0 (=)	
15-Uzun vadeli kredi olankları	x	2.0 (=)	

Politik istikrarın ağırlıklı tartıya sahip olduğu değerlendirme sisteminde 70 puanın üstü gelişmiş ülkelere özgü olmakta, 55-70 puan orta kabul edilir, 40-55 arası puan yüksek risk grubuna girmekte, 40 puan altındaki ülkelerde ise yabancılar yatırımı hiçmi hiç düşünmemektedir.

Yabancı yatırımcılara yatırımı düşündükleri ülkelerin riski konusunda genel bir ışık tutar. BERI indeksi, borç ödeme kapasitesini göstermede oldukça yetersizdir. Uluslararası bankacılara bu amaçla öneriler yeni yöntemlerden biri de Likidite (Tablo 2.2) ve yapı indeksidir (Tablo 2.2).

TABLO: 2.2. Likidite Endeksi

Göstergeler	Tartı
I Rezervler/Dışalım	40
II Borç ödemeleri/ Dışsatım	20
III Büyük Rezerv Kayıpları	10
IV Önceki ödeme güçlükleri	10
V IMF Kredisi kota	20

TABLO: 2.2. Likidite Endeksi (Devamı)

Yapı Endeksi	
Göstergeler	Tartı
I Tüketici fiyatlarındaki değişim	
a- Son yıllar	5
b- 5 yılın ortalaması	5
c- Son yıllar 5 yıl ortalaması	5
II- Para arzı majındaki değişimler	10
III- Merkez bankası finansmanındaki dağılım	5
IV- Satın alma güç tarifiesi PPP	5
V- Dışsatım artışı	
a- Son yıllar	10
b- 4 Yıl ortalaması	10
VI- Dışsatım G.S.Y.İ.H son yıllar	10
VII- Borçlar dışsatım son yılları	15
VIII-Tasarruflar G.S.Y.İ.H	10
IX- Reel olarak kişi başına G.S.Y.İ.H artışı	5
-	-

Likidite indeksi ülkenin uluslararası varlıklarının dış yükümlülüklerini karşılamada yeterli olup olmadığını ortaya koyarken, yapısal indeks ülke ekonomisinin temel sorunlarına ve gelecekte dış girdi yaratma olanaklarına eğilmektedir.

İndekste 100 en yüksek puanı ve en düşük riski ifade etmektedir. İndeks 20'şer aralıklı beşli gruplara ayrılmıştır. İndeks puanı 81-100 arası ülkeler V kategorisinde, 0-20 arası olanlar ise I. kategorisinde yer almaktadır. Ülkelerin toplam puanı her iki indeks grupları ile belirtilmiştir. Örneğin (V,V) hem likidite hem de yapıda en yüksek puanı ifade ederken, (V,III) yüksek

likiditeye karşılık orta derecede sıhhatli bir ekonomik yapı demektir. İlginç olanı yapısal indekte göstegelerin hemen hemen yarısının talebe yönelik olması ve enflasyon kapsamıdır. Bir diğer anlatımla enflasyon ödemeler güçlüklerinin temel kaynağı olarak kabul edilmektedir. Uluslararası alanda yapılan çalışmalar yüzde 20'nin üstünde enflasyon yaşayan her ülkenin eninde sonunda dış ödemeler darboğazına düştüğünü ortaya koymuştur.

Öte yandan uluslararası finans yayın organlarınca geliştirilen ülke risk değerlendirme sistemleride büyük ilgi uyandırmaktadır. Bunlar arasında en geçerli sayılan Institutional Investar dergisinin 109 ülkeyi kapsayan değerlendirme sistemidir. (Rating Country Credit) sözü edilen sistemde 100 kadar önde gelen banka kendi ülkeleri dışındaki diğer ülkelere 0-100 arasında değişen puanlar vermekte bankaların büyüklük ve uluslararası işlemlerine ağırlıklı tartı verilerek, yanıtlar belirli istatistik yöntemlerle değerlendirilmektedir. Önemli sayılan bir değerlendirme sistemi de Euromoney dergisinin, pazarda gerçekleştirilen kredilerin teknik koşullarını temel alan Ülkeler Risk Sıralaması'dır.

Bir yatırım kararında belirlenecek belirsizlikler
[4]

- a)- Pazarın boyutu
- b)- Satış fiyatları
- c)- Pazar büyüme oranı
- d)- Pazar fayı (fiziksel satış hacmiyle gerçekleştirilecek)
- e)- Gerekli yatırımlar
- f)- Yatırımın artık değeri
- g)- Çalışma maliyeti
- h)- Sabit maliyet
- i)- Yatırımın faydalanma ömrü.

Alternatif yatırım imkanlarının çekiciliğini ölçmek için bu faktörler analiz edilir ve birleştirilerek yorumlanır.

2.6. Riskin Ölçülmesi [1]

2.6.1. Umulan Değer, Standart Sapma ve Değişkenlik Katsayısı

Riskin ölçülmesi konusunda en yaygın olarak kullanılan ölçüler, bir yatırım önerisinin NBD(Net Bugünkü Değer) KG(Karlılık Göstergesi) ya da İVO(İç Verim Oranı) olasılık dağılımlarının umulan değeri, standart sapması ve bu ikisinin oranını ifade eden değişkenlik katsayısıdır? Belirli bir yatırım önerisine ait net bugünkü değeri gösteren çeşitli rakamların kendi olasılıklarıyla çarpılarak bulunan ağırlıklı ortalama, yani matematik ortalama, o önerinin NBD'nin umulan değeridir. Aşağıdaki eşitlik umulan değer nasıl hesaplanacağını göstermektedir.

$$\bar{V}_{NBD} = \sum_{k=1}^n V_k \cdot P_k$$

$\bar{V}_{NBD}$ = umulan net bugünkü değer

n = Umulan değeri hesaplamak için kullanılan değer sayısı

k = Bu değerler sıralamasında her bir değer yeri

V = Net bugünkü değer rakamlarından herbiri

P = Net bugünkü değerlerden herbirinin olasılığını göstermektedir.

Bu eşitlikte V'ler yerine iç verim oranını gösteren r'ler konulacak olursa İVO'nun umulan değeri de bulunur.

Alternatif yatırım önerilerinde NBD'lerin ve IVO'larının umulan değerleri eşit olmakla birlikte taşıdıkları riskler farklı olabilir. Standart sapma tek tek her değer için umulan değerle farklarının karelerinin ağırlıklı ortalaması olduğuna göre bu dağılımlar için şöyle bir eşitlikte belirlenebilir.

$$S = \sqrt{\sum_{k=1}^n (V_K - \bar{V})^2 \cdot P_K}$$

S = Standart sapma.

Yatırım alternatiflerinin umulan değer ve standart sapmaları bilindiğine göre değişkenlik katsayısı hesaplanabilir. Değişkenlik katsayısı standart sapmanın umulan değere oranına eşittir.

$$D_K = \frac{S}{\bar{V}}$$

D_K : Değişkenlik katsayısı

S : Standart sapma

$\bar{V}$: Umulan değer

Değişkenlik katsayısı, tek başına herşeyi söyleme - se bile, bir yatırımın riski hakkında önemli bilgiler vermektedir. Tam belirlilik , değişkenlik katsayısının sıfıra eşit olduğu özel bir durumdur. Değişkenlik katsayısı büyüdükçe işaret ettiği risk de artmaktadır. Yatırım önerileri değişkenlik katsayılarına bakılarak birbirleriyle risk bakımından karşılaştırılabilirse de, bu katsayı riski göstermek için yeterli değildir. Dağılımın şeklini bildirirler ve değişkenlik katsayısının yanısıra kullanılırlarsa çok yararlı olabilirler.

2.6.2. Çarpıklık (Asimetri) Katsayısı

İşletme yöneticileri bir yatırımın taşıdığı risk hakkında değişkenlik katsayısının verdiği bilgiden daha fazlasını isterlerse, çarpıklık katsayısına (skewness) başvurabilirler. Bu katsayı olasılık dağılımının şekliyle ilgili bilgiler verir ve dağılımı meydana getiren terimlerin büyük değerler yada küçük değerlerden hangisi çevresinde daha çok toplandığını gösterir.

Çarpıklık katsayısı olarak çeşitli formüller kullanılır. Bunlardan iki tanesi pearson çarpıklık katsayıları olarak bilinirler.

$$\text{Pearson birinci çarpıklık katsayısı} = \frac{\text{Uyulan değer} - \text{Mod}}{\text{Standart sapma}}$$

$$\text{Pearson ikinci çarpıklık katsayısı} = \frac{3(\text{Uyulan değer} - \text{Medyan})}{\text{Standart sapma}}$$

Fakat bunlardan daha önemlisi, üçüncü momenti kullanan bir katsayıdır.

$$\text{Ç.K} = \frac{m_3}{S^3}$$

Ç.K : Çarpıklık katsayısı

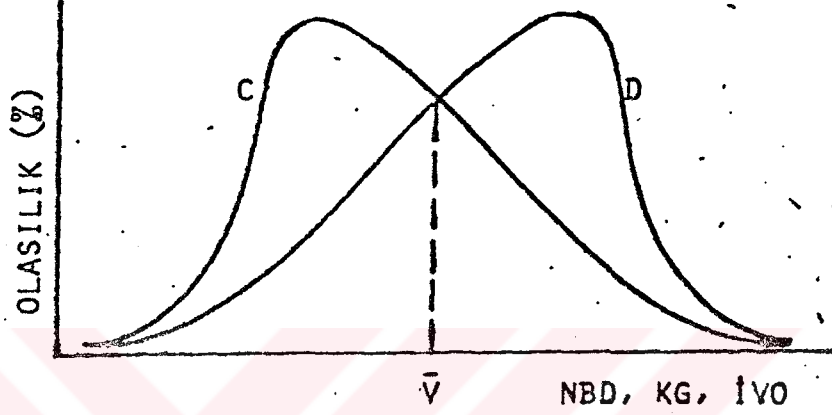
m_3 : Üçüncü moment

S : Standart sapma

Buradaki moment sözcüğü ortalamaya göre moment anlamına alınmalıdır. Ortalamaya göre, m'inci moment, terimlerin ortalamaya göre farklarının m'inci kuvvetlerinin matematik ümidi olarak tanımlanabilir. Dolayısıyla yukarıdaki üçüncü moment,

$$m_3 = \sum_{k=1}^n (V_K - \bar{V})^3 \cdot P_K$$

Normal dağılım gibi tam anlamıyla simetrik olan dağılımlarda bu katsayı sifıra eşittir. Eğer dağılım sağa doğru daha çok uzuyorsa, çarpıklık katsayısı artı, sola doğru daha çok uzuyorsa, çarpıklık katsayısı eksi değer alır.



ŞEKİL: 2.1. Çarpıklık Katsayısına Bir Örnek

Bir yatırım önerisinin NBD, KG yada İVO'nun olasılık dağılımı şeklinde C ile gösterilen dağılım ise çarpıklık katsayısı artı, D ile gösterilen dağılım gibi ise çarpıklık katsayısı eksidir. Şekilden anlaşılabacağı gibi C önerisi, D önerisine oranla daha az risk taşır. Diğer bir deyişle, çarpıklık katsayısı artı değerler alarak sıfırdan uzaklaştıkça önerinin riski azalır, eksi değerleri alarak uzaklaştıkça risk artar.

Şekil 2.1'de her iki dağılımın da hem umulan değerleri, hem standart sapmaları birbirine eşittir, dolayısıyla değişkenlik katsayıları da aynıdır. Fakat yine

de iki yatırımın riskleri birbirinden farklıdır. Bu da çarpıklık katsayılarının farklılığından hemen anlaşıl-maktadır.

2.6.3. Basıklık Katsayısı

Basıklık katsayısı, değişkenlik katsayısının yanı-sıra kullanılabilecek diğer bir göstergedir. Dağılımın basıklık yada sivriliği hakkında bilgi verir.

$$B.K. = \frac{m_4}{S^4}$$

B.K : Basıklık katsayısı (kurtosis)

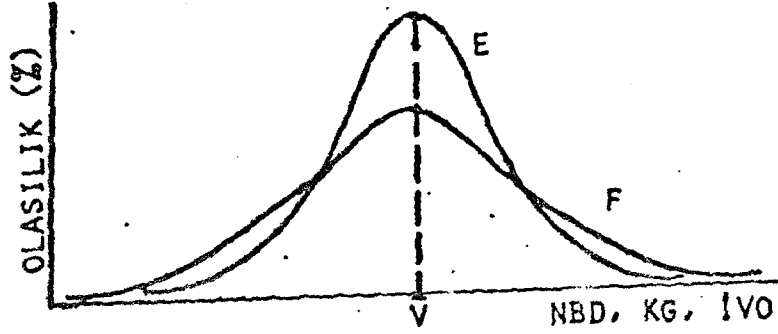
m_4 : Dördüncü moment

$$m_4 = \sum_{k=1}^n (V_K - \bar{V})^4 \cdot P_K$$

S : Standart sapma

Diğer şeyler aynı kalmak şartıyla, basıklık katsa-yısı arttıkça dağılımın sivriliği de artar. Normal dağılım için katsayı 3'tür. 3'den büyük basıklık katsa-yıları normal dağılımlardan daha sivri, 3 den küçük kat-sayılar ise normal dağılımdan daha basık dağılımları gösterir. Bir yatırımın NBD, KG yada IVN'nin olasılık dağılımına ait basıklık katsayısı o yatırım önerisinin taşıdığı risk hakkında bilgi verir. Diğer risk göster-gesi katsayılarının tamamen aynı olduğu yatırım önerile-rinin basıklık katsayıları farklı olabilir. Bu durumda basıklık katsayısı büyük olan önerinin daha az basıklık katsayısı küçük olan önerinin ise daha çok risk taşıdığı

söylenbilir. Şekil 2.2'de görülen iki yatırım önerisinde E'nin F'ye göre daha az riske sahip olduğu söylenebilir.



ŞEKİL: 2.2. Basıklık Katsayısına Bir Örnek

Olasılık dağılımları yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi simetrik olan değerler için basıklık katsayısına gerek kalmadan, sadece değişkenlik katsayısı hesaplanarak risk hakkında fikir edinilebilir. Çarpık (asimetrik) dağılımlar için de çarpıklık katsayısı kullanıldığına göre ayrıca bir de basıklık katsayısına gerek olmadığı bazı özel durumlarda, değişkenlik ve çarpıklık katsayılarının yanısıra kullanılırsa yararlı olabilir.

Yukarıdaki örnekte olasılık dağılımları çizilen yatırım önerilerinin hepsi tek tepeli oldukları görülmektedir. Bu hiç kuşkusuz, risk göstergesi kat sayılarını daha kolay ve basit bir yoldan açıklamak için yapılmış bir varsayımın sonucudur. Gerçek hayattaki yatırım önerileri, küçük bir olasılıkla da olsa, çift tepeli, yada daha değişik bir biçimde dağılıma sahip olabilirler.

Böyle durumlarda, yukarıda incelenen katsayıların yanı sıra dağılımın bu özel durumunun da göz önüne alınması gerekeceği açıktır.

2.7. Riskli Yatırımları Değerleme Yöntemleri [1]

Riskli yatırımları değerlendirme yöntemlerinde geri ödeme devresi, riski yansıtan iskonto oranı ve belirlilik eşdeğeri gibi yöntemler olasılık dağılımlarını ele almadan riski hesaba katmaya çalışan yöntemlerdir. Anlaşılmalari ve kullanılmaları basit olmakla birlikte çok değerli bazı bilgilerinden yararlanamadıkları için yeterli sayılmazlar.

Olasılık dağılımı yöntemleri ise olasılık dağılımının değerlendirilmesini esas alırlar.

Fayda birimleri (utility) yaklaşımının işletme yöneticilerinin karar verme işlemlerinde kullanılması imkanlarını araştırır.

2.7.1. Geri Ödeme Devresi

Bu yöntem, bir yatırım önerisinin başlangıç yatırımının kaç yıl içinde işletmeye geri döneceğini gösterir.

Her yıl eşit nakit girişi sağlayan bir yatırım önerisi için geri ödeme devresi,

$$G.Ö.D. = \frac{Y}{a}$$

G.Ö.D : Geri ödeme devresi

Y : Başlangıç yatırımı (TL)

a : Yatırımın her yılki eşit nakit girdisi (TL)

Eğer yıllık net nakit girişleri birbirine eşit değilse, yeni bir tek a yerine her yıl için değişik bir a_j varsa, geri ödeme devresinin hesaplanması daha zordur. Varsayalım ki ilk t yılın net nakit girişlerinin toplamı başlangıç yatırımlarından az, fakat $t+1$ inci yılın nakit girişi de toplama katılınca başlangıç yatırımından fazla olsun. Bu durum da geri ödeme devresi;

$$G.Ö.D = t + \frac{y - \sum_{j=1}^t a_j}{a_{t+1}}$$

Eğer bulunan geri ödeme devresi, daha önce belirlenmiş kabul edilebilir en uzun geri ödeme rakamından küçükse öneri kabul edilir, aksi halde reddedilir. Geri ödeme devresi yöntemi, hem paranın zaman değerini hem de hesaplanan geri ödeme devresinden sonraki nakit girişini hesaba katmamakla iki önemli sakınca doğurmaktadır.

Yinede hesaplanması ve kavranması çok kolay olduğu için uygulama alanı bulan bu yöntem işletme yöneticilerine yatırımın riski hakkında sınırlı da olsa bir fikir vermektedir. Bir yatırımın geri ödeme devresi ne kadar kısa ise, taşıdığı riskin de o kadar az olacağı kabul edilmektedir. Çünkü belirsizlik durumu o kadar kısa zamanda ortadan kalkacak demektir. Özellikle nakit bulundurma bakımından güçsüz olan işletmeler, yatırılan fonların geri dönüş süresini ölçmek amacıyla bu yöntemi yararlı bulabilirler. Ancak yatırımın verimliliğini gösteren NBD, KG bu ya da İVO gibi bir değer olasılık dağılımı ile ilgilenmediğinden bu yöntem tek başına yeterli cannot.

2.7.2. Riski Yansıtan İskonto Oranı

Yatırım önerilerinin belirlilik şartları altında değerlendirilmesi incelendiğinde net nakit akışlarının belli bir iskonto oranı ile bugünkü değere indirgenmesi gerektiği görülmüştü. Yatırım önerilerinin taşıdığı tahmin edilen riske göre bu iskonto oranında gerekli değişiklikler yapılarak öneri, risk de hesaba katılarak değerlendirilmeye çalışılır. Büyük riskler için büyük iskonto oranları, küçük riskler içinde küçük iskonto oranları kullanılır. Böylece riske göre ayarlanmış bu iskonto oranı ile artı NBD gösteren düşük, hatta önerisi, riski yansıtan bir iskonto oranı kullanılırsa daha düşük, hatta eksi NBD rakamı verebilecektir. Böylece risk hesaba katılmadığı taktirde kabul edilebilecek bir öneri, iskonto oranı riske göre arttırıldığı zaman reddedilebilecektir. Böylelikle önerinin taşıdığı risk değerlendirmede tam olarak yansımış olmaktadır.

Eğer işletme yöneticileri NBD yerine KG. kullanıyorlarsa, değişen birşey olmayacak, nakit giriş-çıkışları yine risk payı eklenmiş bir iskonto oranıyla bugünkü değere indirgeneceklerdir.

Değerleme yöntemi olarak NBD değil de İVO kullanılıyorsa, o zamanda yatırımın iç verim oranı, riski yansıtan bir iskonto oranı ile karşılaştırılarak karar verilir. Böylelikle, NBD yönteminde olduğu gibi risksiz iskonto oranı ile karşılaştırıldığında kabul edilebilecek bir yatırım önerisi, riske göre arttırılmış iskonto oranı söz konusu olduğunda reddedilme durumuyla karşı karşıya kalabilir.

Bu açıklamalar bir de semboller kullanılarak yapılacak olursa, evvelce $(1+i)$ olarak belirlenen iskonto

oranı risk payının da katılmasıyla $(1+i+q)$ şeklini alır. Her yılın net nakit artışı bu kez $(1+i+q)$ değerinin yıllara göre artan çeşitli kuvvetleri kullanılarak bugünkü değere indirgenir. Uzak gelecekteki net nakit akışları $(1+i+q)$ değerinin daha büyük kuvvetleri ile bölüneceğinden uzak geleceğe daha çok risk taşınmış olur. Kuşkusuz iskonto oranındaki i 'yi her yıl için değişik olarak almakta mümkündür.

Riski yansıtan iskonto oranı yöntemine yöneltilen eleştirilerin başında belli bir yatırım önerisi için q 'ya verilecek değer belirlenirken izlenen yolun keyfi oluşudur. Ayrıca bu yöntemin, yıllık nakit girişlerinin olasılık dağılımını kullanmadığı, dolayısıyla değerli bazı bilgilerden yararlanmadığı ileri sürülmektedir. Bu eleştirileri karşılamak için iki yol önerilebilir. Bunlardan ilki yatırım önerilerinin sınıflara ayrılarak her sınıfına belli bir risk payı tanımak ve iskonto işlemlerinde bu risk oranını kullanmak olabilir. Ancak bu yolun da olasılık dağılımlarından yararlanmadığı doğrudur. Yöneticiler her yatırım sınıfının risk oranını belirlerken bu dağılımları göz önüne tutmuş olabilirler. Fakat bu dağılımlardan yararlanma işinin hem öneriden öneriye, hem de zaman içinde tutarlı olması için bir güvence değildir. Bu sakıncayı bertaraf etmek ve yukarıda belirtilen eleştirileri karıştılamak için başka bir yol önerilebilir. Herhangi bir yıldaki net nakit akışı a_j 'nin varyansının (yani standart sapmanın karesinin) $Var(a_j)$ ile gösterildiği ve ζ 'nin de riskten kaçma katsayısını gösterdiği varsayılırsa, iskonto oranına eklenecek risk payı şöyle tanımlanabilir.

$$q = \zeta \cdot Var(a_j)$$

$$Var(a_j) = (S_{a_j})^2$$

S_{a_j} : a_j 'nin standart sapması

Burada yıllık nakit girişlerinin varyansı yerine standart sapma, hatta değişkenlik katsayısı da kullanılabilir. Amaç risk payını gösteren oranı riskle ilgili olarak arttırmak olduğuna göre, her üç gösterge de aynı şekilde geçerlidir. Ancak buradaki Ç'nin nasıl belirleneceği sorusuna cevap olarak nesnel (objektif) bir yöntem belirtilememektedir. Ayrıca dağılıma çarpıklığı da hesaba katılamamaktadır.

Bu yöntemin bir başka eksik yanı da , bütün yöneticilerin riskden kaçan kişiler olduğunu varsaymasıdır. Riskden kaçan kişilerin risk severlerden çok daha fazla sayıda oldukları genellikle kabul edilmekte beraber risk severlerin sayısında azınsanmaması gerektiği ileri sürülmektedir.

Özetlemek gerekirse, riski yansıtan iskonto oranı yöntemi yatırım önerilerinde riski de hesaba katarak değerlendirme yapmakta oldukça kaba bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

2.7.3. Belirlilik Eşdeğeri

Bir yatırım önerisini değerlendirme ölçütü olan NBD'i veren,

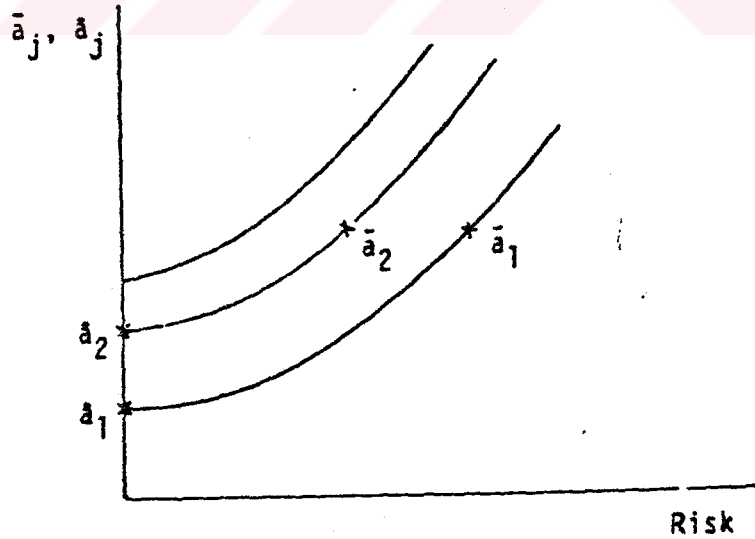
$$V = \sum_{j=0}^n \frac{a_j}{(1+i)^j}$$

eşitliğinin paydasındaki iskonto oranını riski yansıtacak şekilde arttırarak riski hesaba katmak doyurucu bir sonuç vermeyince, bu kez aynı eşitliğin payını riskten arındırarak bir NBD hesaplamak yolu önerilmiştir. Bu yöntem temelde şu düşünceye dayanmaktadır. Gelecekte

bellirli bir yılda elde edilmesi tahmin edilen ve risk taşıyan bir net nakit girişi, işletme yöneticileri için aynı tarihte elde edilmesi kesinlikle belli olan daha küçük miktardaki bir nakit girişine eşdeğer sayılabilir. Matematiksel olarak belirtmek gerekirse, İşletme yöneticileri j yılında elde edilecek ve umulan değeri $\bar{a}_j$ 'den ve belli bir riske sahip bir net nakit girişi ile aynı yılda elde edilmesi kesin olan a_j miktarındaki bir nakit girişi arasında kayıtsız kalabilirler. Bu durumda,

$$a_j = b_j \cdot \bar{a}_j$$

yazılabilir. Buradaki b_j riskli ve risksiz iki nakit girişi arasındaki oranı gösteren ve 0-1 arasında değerler alabilen ($0 < b_j < 1$) belirlilik eşdeğeri katsayısıdır. Bu katsayı riskle ters yönde değişmektedir yani risk arttıkça belirlilik eşdeğeri katsayısı küçülmekte, risk azaldıkça bu katsayısı artmaktadır.



ŞEKİL: 2.3. Belirlilik Eşdeğeri.

Şekildeki a_1 ile $\bar{a}_1$ ve a_2' ile $\bar{a}_2$ eşdeğerde net nakit girişleridirler. Böylece bulunan riskte arınmış yıllık nakit akışları risk payı taşımayan iskonto oranı $(1+i)$ ile bugünkü değere indirgenerek yatırım önerisinin NBD'i hesaplanabilir. Her yatırım önerisi için aynı şey yapılacak olursa, bulunan NBD'ler tamamen riskden arınmış oldukları için içlerinde birde risk boyutu taşımazlar böylelikle de birbirleriyle karşılaştırılabilirler.

Eğer işletme yöneticileri, NBD ölçütü yerine İVO ölçütü kullanılıyorsa, bu durumda yıllık net nakit akışlarının belirlilik eşdeğerlerini sıfıra eştileyen iç verim oranı hesaplanır ve bulunan bu oran risksiz iskonto oranıyla karşılaştırılarak öneri kabul veya reddolunur.

2.7.4. Olasılık Dağılımı Yöntemleri

Açıklanacak olan yöntemlerin ortak yanı, yatırım kararını verecek kişi ya da kurula önerinin taşıdığı risk hakkında oldukça somut bir fikir verebilmeleridir. Bir yatırım önerisinin NBD'nin, KG'nin ya da İVO'nun umulan değerinin ne olduğu, bu değer hangi olasılıkla belli bir değerde küçük hangi olasılıkla belli iki değer arasında, ya da hangi olasılıkla belli bir değerden büyük olduğu konusunda bilgi sahibi olan kişi ya da kurulun, bu bilgilerden haberi olmayan kişi yada kurula göre daha isabetli bir karar verme olasılığı kuşkusuz çok daha yüksektir. İncelenecek yöntemler karar vericiye bu bilgileri sağlamak amacıyla yönelik önerilerdir.

Bu yöntemler, kararın kendiliğinden verilmesini sağlamazlar. Karara verecek olan yine yöneticilerdir.

2.7.4.1. Yıllık Nakit Akışının Olasılık Dağılımından Yararlanma

Bir yatırım-önerisinin değerlemesini yaparken risk hesaba katılmazsa, önerinin net bugünkü değerinin,

$$NBD = \sum_{j=0}^n \frac{a_j}{(1+i)^j}$$

eşitliğinin, a_j ler n ve i belli iken çözülmesiyle, karlılık göstergesinin ,

$$KG = \frac{\sum_{j=1}^n a_j / (1+i)^j}{Y}$$

eşitliğinin a_j ler, n , i ve Y belli iken çözülmesiyle ve iç verim oranının ise ,

$$IVO \Rightarrow \sum_{j=0}^n \frac{a_j}{(1+i)^j} = 0$$

eşitliğinin, sadece a_j ler ve n belli iken i için çözülmesiyle bulunur. Her üç eşitlikte de kullanılan net nakit akışı değerleri (a_j ler) bir olasılık dağılımına sahip olmayan ve sabit bir sayıyla belirtilen tahminlerdir. Oysa ki her nakit akışı rakamı için bir tek değer yerine o rakamın olasılık dağılımın belirleyen bir değerler dizisi kullanılacak ve her bir nakit akışı için bir umulan değer hesaplanacak olursa yatırım önerisinin umulan net bugünkü değeri,

$$\bar{V}_{NBD} = \sum \frac{\bar{a}_j}{(1+i)^j}$$

eşitliğiyle bulunabilir. Buradaki a_j , j yılına ait nakit akışımının umulan değerini gösterir ve,

$$\bar{a}_j = \sum_{k=1}^n k P_k$$

eşitliğiyle bulunur.

Eğer yıllık net nakit akışlarının birbirinden tamamen bağımsız olduğu varsayılırsa, yatırım önerisinin taşıdığı riskin bir göstergesi olan standart sapma da, yıllık nakit akışlarının standart sapması cinsinden söyle gösterilebilir.

$$S = \sqrt{\sum_{j=0}^n \frac{S_j^2}{(1+i)^{2j}}}$$

İkinci olarak, yıllık net nakit akışlarının birbirleriyle tam bağıntılı oldukları varsayılabilir. Eğer yıl sayısı ikiden çoksa nakit akışları birbirleriyle ters yönde tam bağıntılı (eksi korelasyonlu) olamazlar. Dolayısıyla aynı yönde tam bağıntılı (artı korelasyonlu) yıllık net nakit akışları incelenebilir. Bu durumda önerinin NBD 'i yine yukarıdaki eşitlikle, standart sapmasında

$$S = \sum_{j=0}^n \frac{S_j}{(1+i)^j}$$

eşitliği ile hesaplanabilir.

Yıllık net nakit akışlarının aynı yönde tam bağıntılı olması şu anlama gelir. Eğer koşullar belli bir yıldaki nakit akışının o yıla ait umulan değerden sapmasına neden olursa aynı koşullar diğer bütün yıllardaki nakit akışlarını aynı biçimde etkileyecektir. Bir başka deyişle herhangi bir yılın net nakit akışı, başka herhangi bir yılın net nakit akışının doğrusal fonksiyonudur. Bu da, herhangi bir yılda gerçekleşen net nakit akışının bilinmesi halinde diğer bütün yıllara ait net nakit akışı rakamlarının hesaplanabilmesi demektir. Yeni t yılına ait net nakit akışı,

$$a_t = \bar{a}_t + C_{st} \text{ ise}$$

$$J = 1, 2, \dots, t, \dots, n \text{ için } a_j = a_j + C_{s_j}$$

Gerçekte hayatta, birbirinden tamamen bağımsız, yada aynı yönde tam bağıntılı yıllık nakit akışlarına rastlamak zordur. Bu bakımdan ikisinin karışımı bir durumu ele almak daha gerçeğe uyan bir yaklaşım olabilir. Bazı yıllara ait nakit akışlarının birbirinden oldukça bağımsız, diğer bazılarının ise birbirleriyle sıkı sıkıya bağıntılı olduğu düşünülebilir. Bu durumdaki bir yatırım önerisinin yıllık net nakit akışları birden çok bölümde meydana gelir. Bunlardan biri nakit akışının diğer yıllardaki nakit akışlarından bağımsız olan bölümüdür. Diğer bölümlerin herbiri ise öbür yıllardaki kendilerine karşılık olan bölümlerle tam bağlantılıdır. Yani t yılına ait net nakit akışı a_t , diğer yıllardan bağımsız b_t ve diğer yıllarla tam bağıntılı k_t^C ler'den meydana gelir. Buradaki k_t^C 'nin diğer yıllardaki kendisine karşılık olan nakit akışı bölümünü belirtmek üzere kullanılmıştır. t yılına ait net nakit akışı:

$$a_t = b_t + 1^C t + 2^C t + \dots + m^C t$$

olarak yazılırsa, her yıla ait $k^C_1, k^C_2, \dots, k^C_t, \dots, k^C_m$ arasında tam bir bağıntı vardır. Aynı şey k nın diğer bütün değerleri içinde geçerlidir. Bu nitelikleri taşıyan nakit akışlarının NBD yine aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$\bar{V}_{NBD} = \sum \frac{\bar{a}_j}{(1+i)^j}$$

standart sapmasında aşağıdaki eşitlikle bulunabilir.

$$S = \sqrt{\sum_{j=0}^n \frac{b^2 S^2_j}{(1+i)^{2j}} + \sum_{k=2}^m \left(\sum_{j=0}^n \frac{k^S_j}{(1+i)^j} \right)^2}$$

Bu eşitlikteki k^S_j terimi j yılındaki nakit akışının k 'nına bölümüne ait standart sapmayı gösterir.

Yıllık nakit akışlarının birbirinden tamamen bağımsız-
sız aynı yönde tam bağıntılı ve bu ikisinin karışımı du-
rumlardan her üçünde de yatırım önerisinin NBD'i, aritme-
tik ortalaması $\bar{NBD}$ ve standart sapması S olan bir normal
dağılımla belirlenebilir. Bunun için yıllık net nakit
akışı rakamlarının normal dağılıma sahip rastgele değiş-
kenler olmaları gerekli ve yeterlidir.

Sattığı mamül piyasada tutunmuş bir işletmenin üreti-
mi arttırmak amacıyla yaptığı bir yatırımda yıllık net
nakit akışları birbirinden tamamen bağımsız olduğu varsa-
yılır.

Eğer bir firma yeni bir mamülü piyasaya çıkartıyorsa
yıllık net nakit akışları arasında aynı yönde tam bir

bağıntı bulunduğu varsayılır.

Yapılacak yatırımın hem tutunmuş eski mamül, hem denenecek yeni mamül üretiminde bulunacaksa yatırımın getireceği nakit girişleri kısmen birbirinden bağımsız kısmen de tam bağıntılı kabul edilirler.

Piyasaya yeni çıkarılacak denenmemiş bir mamül için yapılan yatırımın, tanınmış, tutunmuş bir mamül için yapılan yatırıma göre, yıllık nakit girişlerinin olasılık dağılımlarının aynı oldukları tahmin edilse bile, daha riskli olduğu bir gercektir.

Yukarıdaki üç durumun kapsamadığı bir dördüncü durum, yıllık nakit akışlarının birbirleriyle olan ilişkilerinin ne tam bağıntı, ne de tam bağımsızlık şeklinde ortaya çıkmasıdır. Bu durumdaki nakit akışları arasında zayıf bir bağıntı olduğu düşünülebilir. Bu taktirde yatırım önerisinin umulan net bugünkü değeri,

$$\bar{V}_{NBD} = \sum \frac{\bar{a}_j}{(1+i)^j}$$

eşitliğiyle, net bugünkü değerin standart sapması ise aşağıdaki eşitlikle bulunur.

$$S = \sqrt{\sum_{x=1}^n (NBD_x - \bar{NBD})^2 \cdot P_x}$$

İlk kez Hiller tarafından ortaya atılan bu yaklaşım yatırım önerilerinin taşıdığı risk hakkında istenildiği ölçüde bilgiler verebilmektedir. Ancak, bu yaklaşım,

daha önce incelenen riski yansıtan iskonto oranı ve belirlilik esdeğeri yöntemleri gibi yatırımın onaylanıp onaylanmaması konusunda otomatik karar verme aracı değildir. Karar verici riski açık seçik ortaya koyacak şekilde veriler sağlamakla yetinir. Bu verilerle denenmiş bir karar verici, kendisinin risk karşısındaki tutumuna göre yatırım önerisini kabul veya reddeder. Riskten kaçan bir kimsenin onaylamadığı bir öneri, risk sever biri tarafından pekala kabul edilebilir. Öyleyse bu yaklaşımın özelliklerinden biri de risk sever kimselerin varlığını ihmal etmemesi, daha doğru bir deyişle karar vericilerin risk karşısındaki davranışlarının birbirlerinden farklı olabileceği gerçeğinin gözden uzak tutulmamasıdır. Dolayısıyla yatırım önerisi hakkında karar verecek kişi yada kurulun risk karşısındaki tutumları nasıl olursa olsun, bu yaklaşımdan yararlanabileceği söylenebilir.

2.7.4.1.1. Girdi Değişkenleri İçin Olasılık Tahmini [5]

Risk analizi herbir ilgili girdi değişkeni için olasılık tahmini üzerine kurulur. Elde edilebilen bilgilerin miktarına ve cinsine bağlı olarak bu olası tahminlerin ana ilkesi değişir.

Tahmin edilen değişken hakkında gerçek bilgiler elde edilebildiği zaman objektif (nesnel) olasılıklar tahmin edilebilir. Mümkün çıktılar hakkındaki bilgiler tam olduğu zaman her bir mümkün çıktı için bir önceki objektif olasılıklar belirlenebilir.

Malşef gerçek hayat bu kadar basit olmadığı için toplanan kısmi bilgiler üzerine kurulan objektif olasılıklar daha çok hatalı olabilirler. Tonaj, tendır ve rezervle ilgili diğer karakteristiklerin sondaj verilerine göstermek için jeostatistiksel, ve istatistiksel teknikler

kullanılır. Objektif olasılıklar çalışan madenlerden verimlilik verileri ve ampirik zaman maliyeti olarak tahmin edilebilir. Keza, bir malın geçmiş yıllardaki fiyatı hakkında bilgilerde elde edilebilir.

Yinede arama ve hazırlık aşamasındaki bir maden yatırım alternatifinin ilgili değişkenlerinin çoğu elde edilemeyecektir. Bu durumda yatırım alternatifi hakkında elde edin sınırlı bilgilerden ziyade tahmin edicinin kişisel fikirleri ve tecrübelerine dayanan kişisel (öznel) olasılıklar tahmin edilmelidir. Risk analizi prosesinin verimliliğine ve gerçekçiliğini belirleyen en önemli faktör bu kişisel olasılıkların tahminidir.

Bir kişisel (öznel) olasılık dağılımını tahmin etmek için gerekli bilgi: umulan değerin, en muhtemel değerin (most-likely value) ve farklı olasılık değerlerini anlaşılmasını sağlayacak bazı fikirlerin her bir değişkeninin değerlerinin muhtemel aralığını içerir. Bir nokta umulan değer tahminini doğru olarak tahmin etmek bir umulan-değer aralığı tahmin etmekten daha kolaydır.

Kişisel olarak tahmin edilen aralıkların doğruluğu tahmin eden kişinin tahminindeki doğrulukla direkt olarak alakalıdır. Bazı tahminler tamamen doğru olarak bilinebilirler. Bu tahminler bir olasılık dağılımında gösterilebilir.

İlgili değişkenlerin herbiri için bir kişisel (öznel) olasılık dağılımı tanımlanabilir. Tecrübeler bunun fazla zor olmadığını gösterir. Tahmin eden kişi umulan değer tahminini doğruluk derecesi hakkında bazı fikre sahip olmalıdır. Tahmin edicinin tahminindeki doğruluk derecesinin azalması o değişkenin aralığının büyümesi demektir. Bir umulan değer tahmininde tahminin kesinlik derecesinden çok, tahmindeki mümkün değişkenleri göz önüne almış

olmak önemlidir. Ayrıca neyin bilinip neyin bilinmedi hakkında daha çok bilgiye sahip olduğu için bir parametredeki muhtemel değişkenleri tahmin etmek, bir tek beklenen tahmin etmekten daha iyidir.

Gerçekte, bu bir yatırım alternatifini diğerinden ayırt etmeye yarayacak çok büyük bilgi eksikliğidir. Bundan dolayı rasyonel bir yatırım kararı verirken bu göz önüne alınmalıdır. Bilgi eksikliği önerilen yatırım hakkındaki bilgilerin önemli bir kısmı olabilir. Basit bilgileri bile işe yaramaz deyip atmak, yatırım kararında riski artıran bir etken olan yüksek belirsizliğe neden olur.

Kişisel olasılıklar tek bir uzmanın görüşleri, bir uzmanlar grubunun görüş birliği, tek tek uzman görüşlerinin aritmetik ortalaması veya bir grup uzmanların tek tek görüşlerinden birinin seçilmesiyle olur.

2.7.4.1.2. Olasılık Dağılımının Seçimi [5]

Risk analiziyle uğraşan kişiler her bir değişkenin doğru dağılımını bulmak gerektiğini düşündükleri için olasılık dağılımı seçimi bu kişilere endişe verici gözükür. Ancak risk analizi iskonto edilmiş nakit akışının tamamen doğru dağılımını vermeyi amaçlamaz; fakat grup kararını yansıtan en iyi seçilir. Bunun için girdi değişkenlerinin herbiri için kabul edilen dağılımlar durumu en iyi şekilde yansıtmalıdır. Bu da elde edilen bilginin gerçekçiliğine ve seviyesine bağlıdır.

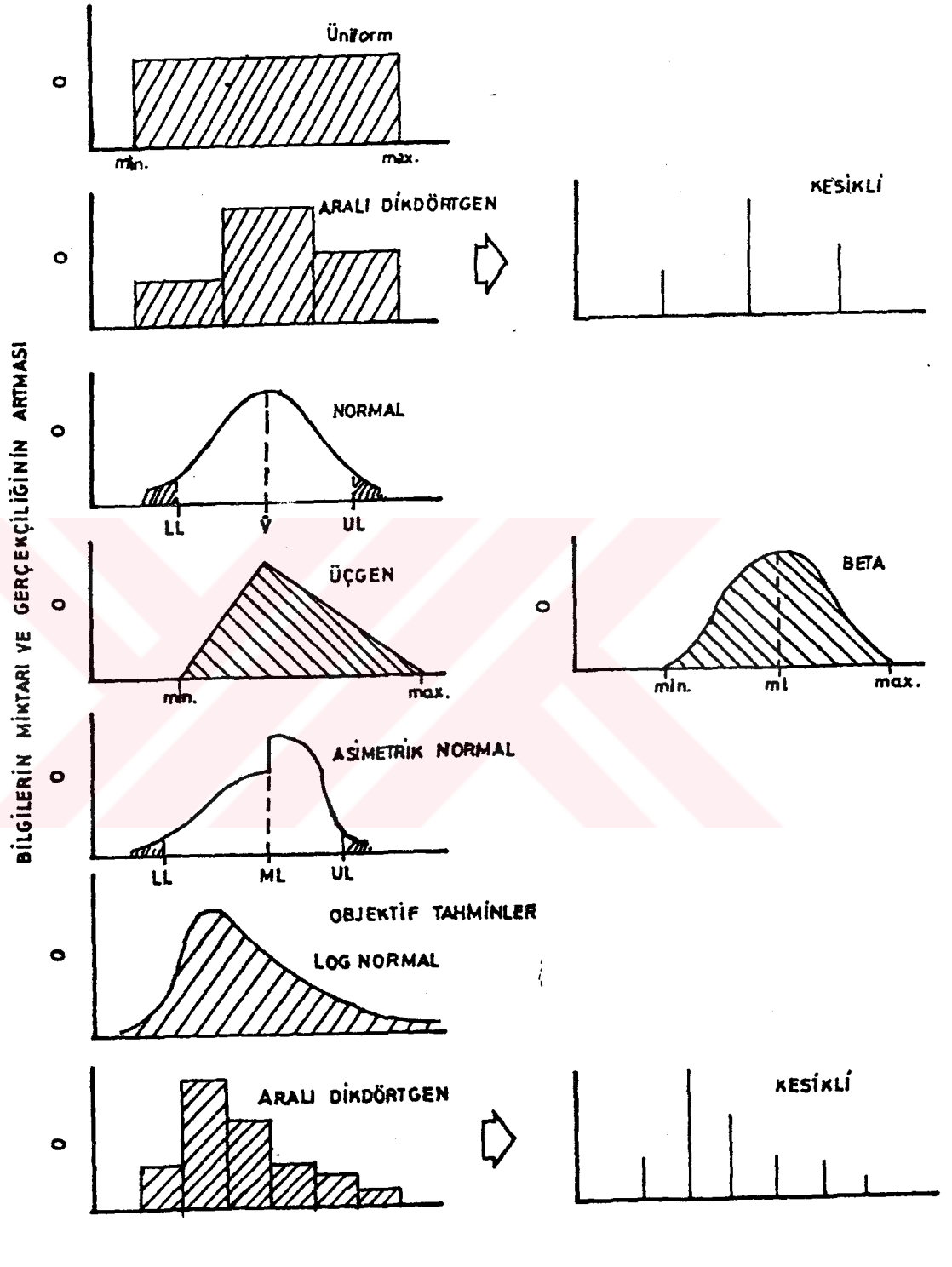
Şekil 2.4'de gösterilen değişken dağılımları elde edilebilen bilgilerin kullanımını maksimize etmek için dizayn edilmiştir. Elbetteki, eksik bilgi toplanabilirse o zaman keyfi olarak bir olasılık dağılımı oluşturulacaktır. Muntazam (Üniform) dağılım kararın çok belirsiz

(fakat ölçülebilir) ve tahmin edenin değişkenin aralığı içindeki herhangi iki değer arasında hiç bir fark görmediği durumlarda kullanılır. Üniform dağılım sadece bir aralığı olan aralı-diktörtgen dağılımdır (step-ractangüler distribution) Üniform ve aralı-diktörtgen dağılım arama projelerinde riskin kabaca belirlenmesinde geniş bir kullanım alanı bulurlar. Eğer aralıkların orta noktaları gösterilirse aralı -diktörtgen dağılım, kesikli (discrete) dağılım olur. Özne olasılık genelde üç noktayla (en düşük ve en yüksek değerlerde yükselen umulan veya en muhtemel değer) gösterilirler. Bu üç nokta yardımıyla dağılımın tipi tahmin edilir. Eğer tahminler simetrik olarak dağılıyorsa yani en düşük ve en yüksek limitler orta nokta değerinde eşit uzaklıkta ise normal dağılım kullanılabilir. Tahminler çarpık olduğu zaman üçgen dağılım, beta dağılımı veya asimetrik-normal dağılım (split-normal distribution) kullanılır. Nesnel olasılıklar bir devamlı dağılım formunda gösterilir (Log-normal dağılım bazı durumlarda tenör değişkenlerini iyi ifade eder). Diğer durumlarda birkaç aralıkta aralı-diktörtgen dağılım formunda gösterilen değişkenler orta nokta değerlerinin tahminiyle kesikli dağılıma dönüştürülebilirler. Bütün bilgilerin elde mevcut olduğu durumlarda risk analizine ihtiyaç yoktur, ancak sadece tarihçiler ve ekonomik teorisyenler böyle bir ortam bulabilirler.

2.7.4.1.3. Analitik Risk Analiz Teknikleri

Analitik metod yatırıma karar verme amacıyla girdi değişkenleri için tahmin edilen belirsizlikleri mümkün çıktılarının olasılık dağılımı haline dönüştüren tamamen matematiksel bir metoddur. İki veya üç ana belirsizlikler daha fazla belirsizliğin olmadığı ve ekipman yedek parçası karşılaştırılması ve arama projelerini geliştirme gibi kolayca tanımlanabilen nispeten daha basit yatırımlara

KİŞİSEL TAHMİNLER



ŞEKLİ: 2.4. Risk Analizinde Kullanılan Olasılık Dağılımı Tipleri.

analitik risk analiz tekniğinin uygulanması daha basittir. Daha karışık durumlarda benzetim yöntemleri kullanılır.

Sadece bir belirsizliğin olduğu durum kesin ve tam bir çözümü hesaplamanın mümkün olduğu en basit durumdur. Bu belirsizliklerin en azından olasılığı tahmin edilenlerle beraber belirli bir kısmı iskonto edilmiş nakit akışının güvenilirlik sınırlarını belirlemek için kullanılabilir.

Eğer girdi değişkenleri farklı olasılık dağılımları olarak gösterilebilirse ve bu değişkenler birbirinden bağımsızsa kesin çözümler üretilebilir. (Eğer değişkenler bağımsızsa birinin değeri diğerini etkilemez ve risk analizi tekniklerinde baştan sona böyle bir kabul yapılmış olarak hareket edilir. Eğer belirsiz değişkenler arasında bir korelasyon varsa o zaman risk analizi prosedürü daha zorlaşır). Böylece girdi parametrelerinin değerlerinin mümkün kombinasyonlarıyla yaklaşık bir iskonto edilmiş net akışı hesaplanabilir. Onların ortak olasılıkları iskonto edilmiş net akışının olasılığıdır.

Çıktı değerinin olasılığı girdi olasılıklarının sarpımından ibarttır.

$$P_q = P_{g2} \times P_{g2} \times P_{g3} \dots \times P_{gn}$$

P_{gn} : n.inci girdi olasılığı

P_q : çıktı olasılığı

Bütün kombinasyonlar için olasılıkların kümülatif toplamı alınacaktır.

Çıktıların umulan değeri çıktıların tek tek değerlerinin olasılıklarıyla çarpımlarının kümülatif toplamıdır. Daha öncede gösterildiği gibi bu ifade şöyle formülleştirilebilir.

$$\bar{V}_{NBD} = \sum_{k=1}^n V_k \cdot P_k$$

$\bar{V}_{NBD}$: Umulan net bugünkü değer

n : Umulan değeri hesaplamak için kullanılan değer sayısı

k : Bu değerler sıralamasında herbir değerın yeri

V : Net bugünkü değer rakamlarından herbiri

P : Net bugünkü değrelerden her birinin olasılığı

Yatırım alternatifinin ömrünü bu belirsizliklerden birisi etki etmedikçe belirsiz değişkenlerin herbirinin beklenen değerleri toplanarakta bu umulan değer hesaplanabilir.

Sigortalanabilen endüşük limit veya ekonomik kayıpların olasılığı olan risk tahminleri iskonto edilmiş nakit akışının olasılık dağılımıyla ölçülebilir. Kısaca bir yatırımın karlılığının göstergesi kar/Üretim oranıdır.

Hazırlıkları tamamlanmış bir madende bir ocak çalıştırma maliyeti vardır ve Üretilen ceyherin satışından elde edilecek bir de gelir vardır. Maliyetler ve gelirler Π /Üretim olarak gösterilir. Geçmiş yıllardaki tecrübelerle dayanarak, aranan, sondajları yapılan sahadan kazanılan bilgilerle, benzer projelerin fizibilite projelerinden ve pazar durumunda projenin maliyetleri ve gelirleri tahmin edilebilir. Hazırlık safhasında elde edilen bilgilerin sınırlı olmasından dolayı maliyetlerin ve gelirlerin tahminleri kesin değildir. Projenin pazar payı ve üretimi yönünden hâlâ belirsizlik söz konusudur (kar/ton belirsizdir).

Ancak elde edilen bilgiler ve tecrübelerimiz doğrultusunda maliyet/ton ve gelir/ton girdi değişkenlerinin olasılıklarını (aralı-dikdörtgen dağılımlar olarak) tahmin edebiliriz. Bizim amacımız bizim maden sahamızdaki riskin boyutunu belirlemek için bu tahminlerden kar/ton olasılık dağılımını bulmaktır.

Bu doğrultuda Milten Şirketler Topluluğu 1992 yılı bütçe hazırlıklarında elde ettiğimiz verilerden ve kişisel tahminlerle maliyet/ton ve gelir/ton olasılıkları aşağıda ki gibidir.

Tahmin edilen maliyet dağılımı (Bizim örneğimiz olan Milten Şirketler Topluluğu Yeniköy açık kömür havzası çalışmakta olan bir ocak olduğu için maliyet 130.000 TL/ton olarak bulunmuştur. Ancak biz sanki hazırlık safhasındaki yeni bir saha gibi maliyetin bir olasılık dağılımını tahmin ettik.

TABLO: 2.3. Maliyet/Ton Değişkenleri

Maliyet/Ton (TL/ton)	Olasılık (%)
120.000 - 125.000	5
125.000 - 130.000	10
130.000 - 135.000	70
135.000 - 145.000	10
140.000 - 145.000	5

TABLO: 4.4. Gelir / Ton Değişkenleri

Gelir/Ton (TL/ton)	Olasılık (%)
200.000 - 250.000	5
250.000 - 300.000	15
300.000 - 350.000	60
350.000 - 400.000	15
400.000 - 450.000	5

Bu umulan değerlerin grafik formları Şekil 2.5'de gösterilmiştir.

$$\text{Kar/ton} = (\text{Gelir/ton}) - (\text{Maliyet/ton})$$

Eğer orta noktaların aralıkları gösterdiği varsayılırsa bu aralı-dikdörtgen dağılım Şekil 2.5'de görüldüğü gibi kesikli dağılım olur. Bu orta değerlerini kullanarak kar/ton için umulan değeri hesaplayabiliriz.

$$\bar{V}_m = \sum m_i \cdot P_i$$

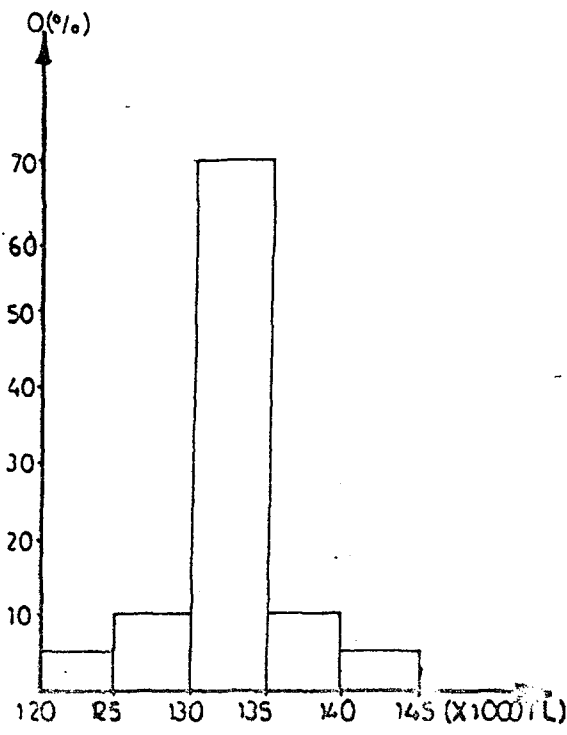
$$\bar{V}_m = (122.500 \times 0.05) + (127.500 \times 0.1) + (132.500 \times 0.7) + (137.500 \times 0.1) + (142.500 \times 0.05) = 6125 + 12750 + 92750 + 13750 + 7125 = 132500 \text{ TL/ton}$$

$$\bar{V}_G = \sum G_i \cdot P_i$$

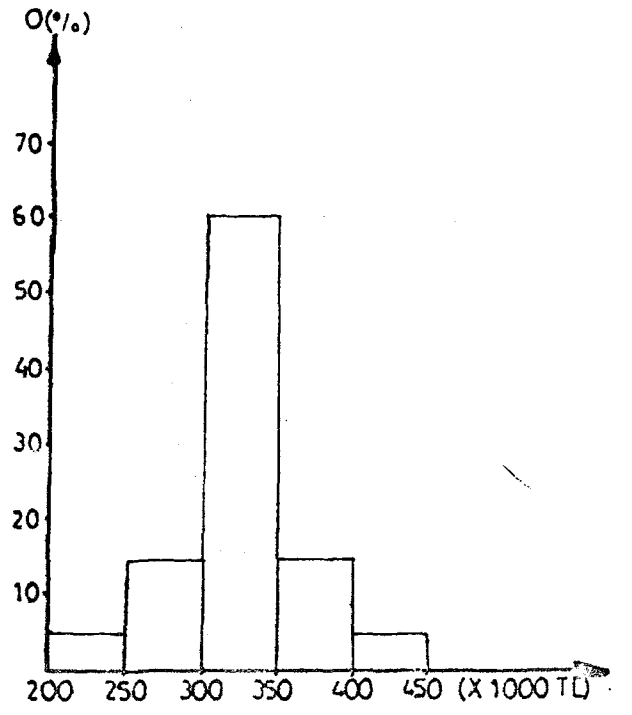
$$\bar{V}_G = (225.000 \times 0.05) + (275.000 \times 0.15) + (325.000 \times 0.6) + (375.000 \times 0.15) + (425.000 \times 0.05) = 11250 + 41250 + 195000 + 56250 + 21250 = 325000 \text{ TL/ton}$$

Böylece umulan ton başı kâr:

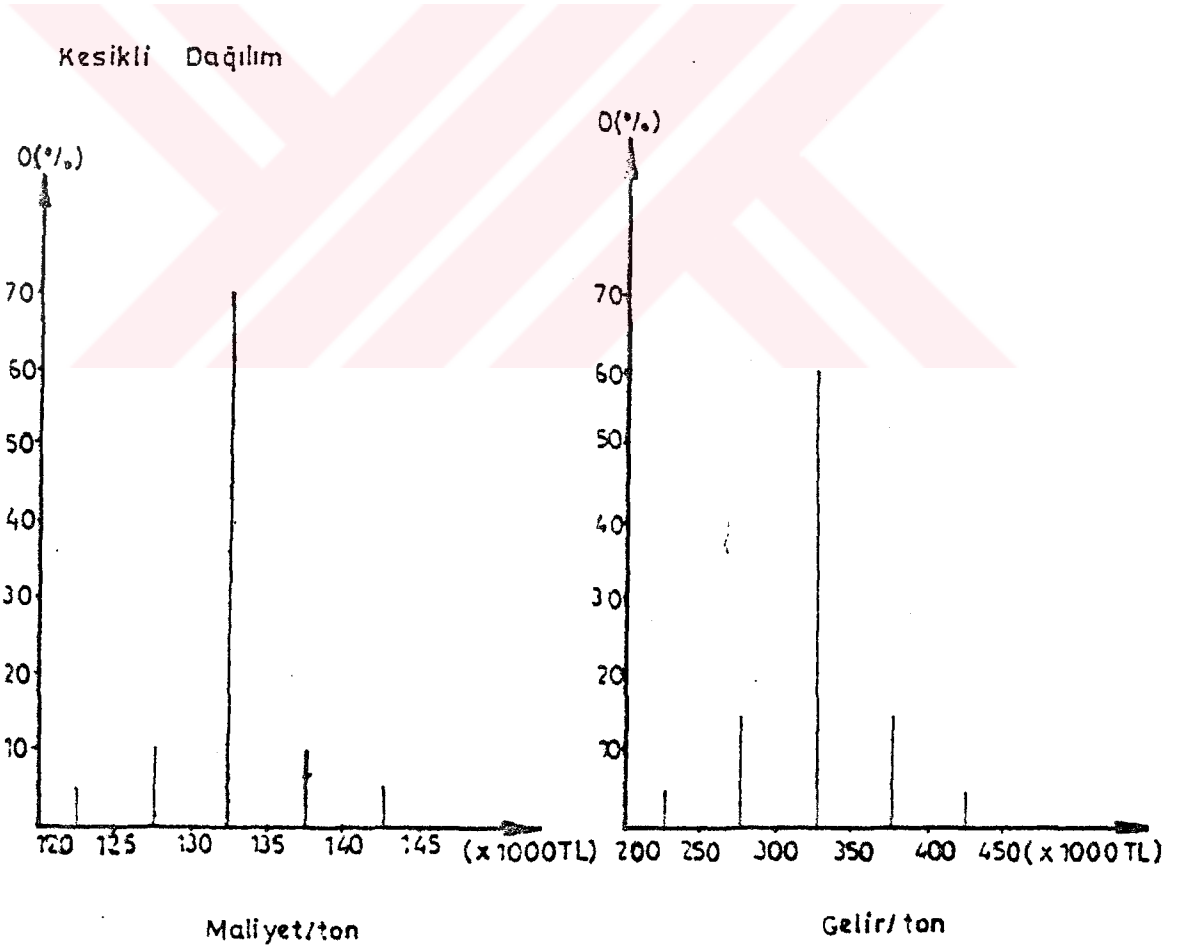
$$\bar{V}_k = \bar{V}_G - \bar{V}_m = 325.000 - 132.500 = 192.500 \text{ TL/ton.}$$



Maliyet/ton



Gelir/ton



ŞEKİL: 2.5. Aralı Dikdörtgen Dağılım ve Kesikli Dağılım.

$\bar{V}_k$ = Umulan kar/ton değeri

$\bar{V}_G$ = Umulan gelir/ton değeri

$\bar{V}_m$ = Umulan maliyet/ton değeri

Daha sonra maliyet ve gelir olasılıklarının kombinasyonu ile ortaya çıkan ton başına kârı ve bunun olabilme olasılığını belirleyebiliriz.

TABLO: 5.5. Gelir, Maliyet, Kar Değişkenleri

Gelir/ton		Maliyet/ton		Kar/ton	
Orta nokta Değeri (TL/ton)	Umulan olasılık (%)	Orta nokta Değeri (TL/ton)	Umulan Olasılık (%)	Muhtemel Değeri (TL/ton)	Olabilme Olasılığı (%)
225.000	0.05	122.500	0.05	102.500	0.0025
		127.500	0.1	97.500	0.005
		132.500	0.7	92.500	0.035
		137.500	0.1	87.500	0.005
		142.500	0.05	82.500	0.0025
275.000	0.15	122.500	0.05	152.500	0.0075
		127.500	0.1	147.500	0.015
		132.500	0.7	132.500	0.105
		137.500	0.1	130.500	0.015
		142.500	0.05	132.500	0.0075
325.000	0.6	122.500	0.05	202.500	0.03
		127.500	0.1	197.500	0.06
		132.500	0.7	192.500	0.42
		137.500	0.1	187.500	0.06
		142.500	0.05	182.500	0.03
375.000	0.15	122.500	0.05	152.500	0.0075
		127.500	0.1	247.500	0.0015
		132.500	0.7	142.500	0.105
		137.500	0.1	237.500	0.015
		142.500	0.05	232.500	0.0075
425.00	0.05	122.500	0.05	302.500	0.0025
		127.500	0.1	297.500	0.005
		132.500	0.7	292.500	0.035
		137.500	0.05	287.500	0.005
		142.500	0.03	28.2500	0.0025

TABLO: 5.6. Umulan Kar/Ton Değerleri

Gelir/ton (TL/ton) (1)	Olabilme Olasılığı(%) (2)	(1)x (2)
82.500	0.0025	206.25
87.500	0.005	437.5
92.500	0.035	3237.5
97.500	0.005	487.5
102.500	0.0025	256.25
133.500	0.0075	993.75
137.500	0.015	2062.5
142.500	0.105	14962.5
147.500	0.015	2214.5
152.500	0.0075	1143.25
182.500	0.03	5470
187.500	0.06	11250
192.500	0.42	80850
197.500	0.06	11850
202.500	0.03	6075
232.500	0.0075	1743.75
237.500	0.015	3562.5
242.500	0.105	25462.5
247.500	0.015	3712.5
252.500	0.0075	1893.75
282.500	0.0025	706.25
287.500	0.005	1437.5
292.500	0.035	10237.5
297.500	0.005	1487.5
302.500	0.0025	756.25
TOPLAM	1.0005	192.495

$\bar{V}_k = 192.495$ TL'dir.

Olasılık dağılımında en düşük % 5'lik değer lineer interpolasyonla kesilip atıldığında % 95 güvenirlik limiti bulunabilir.

Gelir/ton	Kümülatif olasılık	Olasılık
82500	0.0025	0.0025
87500	0.0075	0.005
92500	0.0425	0.035
97500	0.0475	0.005
102500	0.05	0.0025

Endüşük değeri:

LL = 102.500 ₺/ton 'dır.

Burada da görüldüğü gibi kârın 102.500 ₺'nin altına inme şansı sadece % 5'tir. Umulan kâr 192.500 ₺/ton olup bunun gerçekleşebilme olasılığı % 42'dir.

2.7.4.2. Monte Karlo Benzetim Yöntemi [1]

Bu yöntem bir bakıma Hillier'in önerdiği yönteme benzerdir, çünkü her iki yöntem de yatırım önerisinin onaylanıp onaylanmaması konusunda karar vericinin yerine geçemez. Ancak verdikleri çok ayrıntılı bilgiler sayesinde, karar vericiye büyük kolaylıklar sağlarlar. Monte Karlo Benzetim yönteminin Hillier'in ortaya attığı yöntemden farkı, yıllık net nakit akışlarının olasılık dağılımlarından değil, daha da derine inerek bu akışları oluşturan etkenlerin olasılık dağılımlarından işe başlamasıdır. Yıllık net nakit akışlarını belirleyen satış fiyatı, işletmenin pazar payı, maliyetler vb. etkenlerin gelecek yıllardaki olasılık dağılımları karar vericinin tahminlerine göre sapabilirse, bu dağılımların birbirinden rastgele seçilen birer değerle yatırım önerisinin kabul edilebilirlik göstergelerinden (NBD, KG ve İVO) biri yada birkaçı hesaplanabilir. Bu etkenlerin olasılık dağılımlarına uygun olarak yapılan rastgele değişken seçme işlemi birçok kez tekrarlanır da, her kez hesaplanan gösterge bir tarafa yazılırsa bu gösterge için bir olasılık dağılımının şekillendiği görülür.

Kuşkusuz güvenilir bir olasılık dağılımı elde edebilmek için bu hesaplamaların bir çok kez yapılması gerekir. Bu bakımdan Monte Karlo Benzetim yöntemiyle risk değerlendirme ancak bilgisayarların kullanılmasıyla mümkündür.

2.7.4.2.1. Benzetim Yönteminin Özellikleri

2.7.4.2.1.1. Sembolik Modeller Kullanması

Benzetim yöntemi, incelenecek işlem ya da süreç için benzeri bir model kurmakla işe başlar. Bu model genellikle sembolik bir modeldir. Diğer bir deyişle sistemi meydana getiren parçalar arasındaki ilişkileri bir takım sembollerle ifade edilen bir modeldir. Bu semboller de metamatiksel ve mantıksal semboller olduklarından, en önemli özellikleri bu tür semboller kullanmak ve çok süratli hesaplamalar yapabilmek olan bilgisayarlar, benzetim yönteminin uygulama alanındaki ayrılmaz bir parçası haline gelmişlerdir.

2.7.4.2.1.2. En-Uygun Çözüm Araması

Benzetim yönteminin belki de en önemli özelliği, diğer bir çok matematiksel yöntemden farklı olarak ele aldığı problem için bir en uygun çözüm (optimum) bulmaya yönelmesidir. Benzetim yöntemi belirli bazı başlangıç koşulları altında sistemin nasıl davranacağı ve ne gibi sonuçlara ortaya çıkaracağını bulmaya çalışır. Başlangıç ya da çalışma koşullarında değişiklikler yapılmadıkça sisteminin davranışlarında edoğurduğu sonuçlarda ne yönde ve ne büyüklükte değişimler olduğunu gözler. Bulunan sonuçların en uygun çözüm olup olmadığıyla ilgilenmez. Çünkü başlangıç koşullarında meydana gelebilecek her değişiklik için başka bir en uygun çözüm bulunabilir. Bunlar arasında en uygununun seçilmesi de her zaman mümkün olmayabilir, çünkü henüz denenmemiş değişik bir başlangıç koşulunun daha uygun bir çözüm verme olasılığı her zaman vardır.

2.7.4.2.1.3. Ekonometrik Modellerden Farkı

Benzetım yönteminin bir başka özelliği de ele alınan sistemi zaman içinde incelemesidir. Böylelikle sistemin doğurabileceği bazı sonuçlar önceden gözlenebilmiş olmaktadır.

Benzetım modelleri, geleneksel ekonometrik modellerle karşılaştırıldığında görülür ki, ekonometrik modellerdeki gecikmeler (lags) yalnızca bir dönemle kısıtlı olduğu halde benzetım modellerinde, böyle bir kısıtlama yoktur. Daha açık bir deyişle, ekonometrik modellerde bir önceki dönemde değeri hesaplanan bir içsel değişken bir sonraki dönemde dışsal değişken oluyorsa, bu yeni dönemde modelin türettiği değeri değil, o değişkenin gerçek yaşamdaki değeri hesaba katılır. Yani gecikmeli-ekonometrik modellerde bir önceki dönemde hesaplanan bir içsel değişken modelde hesaplandığı değeriyle bir sonraki dönemin dışsal değişkeni olur. Dolayısıyla eğer modelde içsel değişken hatalı olarak belirlenmişse, bu hata sonraki dönemlerde geçer. Bu da benzetım modellerine dinamik bir özellik kazandırır.

2.7.4.2.1.4. İleri Matematik Gerektirmemesi

Benzetım modellerinin bir özelliği de çok karmaşık problemlere eğilebilmek için ileri derecede matematiğe gerek göstermemeleridir. Dört işlemten daha ileri bir bilgi kullanmadan oldukça karışık durumlar için benzetım modelleri kurulabilir. Bu nedenle benzetım yöntemi, niceliksel (quantitative) yönünde çok niteliksel (qualitative) yani ağır basan alanlarda da başarıyla kullanılabilir.

2.7.4.2. Benzetim Yönteminin Kullanılma Nedenleri

Bilimsel inceleme dört aşamadan oluşur.

- a)- Gerçek bir sistemin gözlenmesi
- b)- Bu gözlem sonuçlarını açıklamaya yönelik bir model kurulması
- c)- Bu model üzerinde bulunan sonuçlarla asıl sistemin davranışlarının tahmin edilmesi
- d)- Modelin geçerliliğinin sınanması için denemeler yapılması

Bu aşamalar bilimsel incelemenin kilometre taşları oldukları halde, belli bir problem ya da sistem için dört aşamanın hepsini gerçekleştirmek mümkün olmayabilir.

2.7.4.2.1. Sistemin Gözlenememesi

Gerçek hayatta bir sistemi gözlemek olanak dışı yada aşırı derecede pahalı olabilir. Buna örnek olarak, bu çalışmanın da asıl konusu olan bir yatırım önerisinin gelecekteki verimliliğinin hesaplanması gösterilebilir. Yapılacak bütün harcamalar ve elde edilecek bütün gelirler gelecekte ortaya çıkarağından bunları şimdi de gözlemek mümkün değildir. Oysa ki bir benzetim modeli kurularak, yatırım önerilerinin gelecekteki davranışları hakkında bazı tahminlerde bulunulabilir.

2.7.4.2.2. Sistemin Karmaşıklığı

İncelenecek sistem o kadar karmaşık olabilir ki, bu sistemi, tahmin amaçlarıyla kullanılabilecek bir matematik eşitlikleri takımıyla ifade etmek olarak dışı olabilir. Örnek olarak bir ekonominin, hatta bir işletmenin çalışmasının bir kaç basit eşitlikle gösterilemeyeceği söylenebilir. Böyle durumlarda da benzetim yöntemi kullanılır.

2.7.4.3.3. Analitik Çözümün Güçlüğü

İncelenecek sistemi temsil edebilecek bir matematik model kurulabilse bile, bazı durumlarda, analitik tekniklerle çözüm bulmak ve dolayısıyla sistemin davranışı hakkında tahminlerde bulunmak mümkün olmayabilir. Özellikle Monte Karlo tekniği yardımıyla bu tür problemler incelenebilir. Her ne kadar bu yolla optimum çözümlerin bulunacağı kesin olmasa bile değişik kararlar altında elde edilen değişik sonuçlarla yapılan denemeler, sistemin davranışı hakkında yararlı bilgiler sağlayabilirler.

2.7.4.2.4. Modelin Sınanmasının Güçlüğü

Sonuç olarak, incelenecek sistemi temsil eden model üzerinde geçerlilik testleri yapmak imkansız yada çok pahalı bulunabilir. Bu durum, asıl sistemin gözlenmesinin imkansızlığına benzemektedir. Her ikisinde de veriler yetersizdir. İlk aşamadaki veri yetersizliği model kurmak için gerekli verilerin, son aşamadaki veri yetersizliği ise kurulan modelin geçerliliğinin ölçülmesi için gerekli verilerin yetersizliğidir. Benzetim yöntemi burada da karşılaşılan güçlüğü yenilenmesinde yararlı olur.

2.7.4.2.5. Benzetim Yönteminin Öncelikle Kullanılması

Bu açıklamalardan, benzetim yöntemine, başka çıkar yol olmadığı zaman başvurulduğu anları çıkarılmamalıdır. Benzetimin kendine özgü bir niteliği öteki yöntemlere göre bir öncelik kazanmasını sağlar. Benzetim yöntemi, sistemlerin dinamik davranışlarının dolaysız yoldan ve tam olarak gözlenmelerine imkan verir. Benzetim modelindeki dönemlerin uzatılıp kısaltılmasıyla gözlemlerin istenilen ölçüde, ayrıntılı olması sağlanabilir. Karmaşık bir sistemde politikaların değerlendirilmesinde kullanılabilecek basit ölçütlerin bulunmadığı durumlarda, benzetim

yöntemi, sistemin eksiksiz bir görüntüsünü gözler önüne sermek suretiyle tek ve statik cevaplar getiren öbür matematik yöntemlere göre üstünlüğünü ortaya koyar.

Bir modeli gerçeğe yaklaştırmak , onun daha karmaşık bir hal almasına yol açar. Oysa ki benzetim modelleri, analitik çözümler getirmediikleri için, istenildiği ölçüde gerçeğe uygun ve karmaşık yapılabilirler. Model ne kadar karmaşık olursa olsun, benzetim yöntemi, modelin verdiği sonuçların izlenmesine imkan verir.

2.7.4.3. Benzetim Modellerinin Yapısı

Benzetim yöntemi temelde, bir sistemin benzeri olan bir model kurma işidir. Bu modelin kurulmasına geçmeden önce, asıl sistemin ne olduğunun iyi tanımlanması gerekir. Bir sistemin tanımlanması ise ancak sınırlarının belirlenmesiyle olur. Sınırlarının içinde kalan herşey sistemi meydana getirir, sınırlar dışında kalanlar ise çevreyi oluştururlar. Bu sınırların nasıl çizileceği konusunda kesin kurallar yoktur. Neyin sisteme sokulup neyin dışarıda bırakılacağı, model kuranın ustalığına bağlıdır.

Böylece sınırları belirlenen sistemin benzeri olarak kurulacak bir model iki çalışan özelliğe sahip olmak zorundadır. Gerçeğe uygunluk ve basitlik. Model bir yandan gerçek sistemin bir ölçüde yakın bir benzeri olmak, öte yandan da anlaşılması ve kullanılması karışık olmamalıdır.

Sayısal bilimler alanında kullanılan modeller genellikle dört öğeden meydana gelirler. Bunlar modelin bölümleri, değişkenleri, katsayıları ve fonksiyonel ilişkileridir.

2.7.4.3.1. Modelin Bölümleri

Bir modelin bölümleri, modelin yansıttığı sistemin ne olduğuna büyük ölçüde bağlıdır. Örneğin bir ekonomiyi gösteren modelde bölümler, bireyler, firmalar ve kamu kesimi olarak oluşur.

2.7.4.3.2. Modelin Değişkenleri

Bir modeldeki değişkenler o modelin bölümleri arasında bağlantılı kuramlar ve dışsal değişkenler, içsel değişkenler ve durum değişkenleri olarak gruplara ayrılabilirler.

2.7.4.3.2.1. Dışsal Değişkenleri

Bunlardan dışsal değişkenler, modelden bağımsız yada modelin girdisi olan değişkenlerdir. Bunların değerleri önceden belirlenmiştir. Sistemi etkiledikleri halde, sistemin etkilenmeyen değişkenleridir. Dışsal değişkenlerden bazıları kontrol altında tutulabildikleri halde, bazıları kontrol dışında kalırlar. Örneğin bir işletmenin satın aldığı hammaddelerin miktarı kontrol edilebilir. Buna karşılık kontrol edilemeyen dışsal etkenler, modeli kurulan sistemin içinde yer aldığı çerçevenin oluşturduğu değişkenlerdir, ne sistemin ne de karar vericinin bunlar üzerinde bir etkisi vardır.

2.7.4.3.2.2. İçsel Değişkenleri

İçsel değişkenler ise, sisteme bağlı ya da onun çıktısı durumunda olan değişkenlerdir. Sistemdeki dışsal ve durum değişkenlerinin karşılıklı etkileri sonucu ortaya çıkarlar. Örneğin bir işletmenin üretim miktarı bir içsel değişkendir.

2.7.4.3.2.3. Durum Değişkenleri

Durum değişkenleri de bir sistemin ya da bir bölümün, belli bir zaman süresinin başında, ortasında yada sonundaki durumunu gösteren değişkenlerdir. Bu değişkenler gerek içsel, gerekse dışsal değişkenlerle karşılıklı etkilleşme halindedir. Bir durum değişkeninin belli bir andaki değeri, bir önceki dönemin dışsal değişkenlerine bağlı olabileceği gibi yine önceki dönemlerin içsel değişkenlerinin sonucuda olabilirler. Örneğin bir işletme modelinde mal stokları ya da nakit düzeyi durum değişkenleri olarak ele alınabilir.

2.7.4.3.3. Modelin Katsayıları

Bir modelin katsayıları, o modelin değişkenleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde kullanılan sayısal değerlerdir. Katsayılar tek bir sayıyla ifade edilecekleri gibi olasılık dağılımına sahip sayılarda olabilirler.

2.7.4.3.4. Fonksiyonel İlişkiler

Bir modelin bölümleri ve değişkenleri arasındaki fonksiyonel ilişkiler ya bir özdeşlik biçimindedir yada sistemin dışsal ve durum değişkenlerinin içsel değişkenleri nasıl etkilediğini gösteren matematik eşitlikler halindedir. Özdeşlik, modeli kuranın yaptığı tanımlamalar olabilecekleri gibi, totolojik ifadeler de olabilirler. Örneğin toplam kâr, toplam gelirlerle giderlerin farkı olarak yazılabilir ve bu bir özdeşliktir. Bir işletmenin üretim fonksiyonu ise bir özdeşlik değil eşitliktir.

2.7.4.3.5. Modelin İşleyişi

Böylece bütün değişkenleri ve bu değişkenlerin arasındaki ilişkileri belirlenen modelde, dışsal değişkenlerin değerlerinin ne olacağı saptanır. Durum değişkenleride niteliklerine göre ya sifıra eşit kılınır ya da başka bir başlangıç değeri verilir. Modeli belirleyen özdeşlik ve eşitliklere göre içsel değişkenlerin alacağı değerler hesaplanır. Bu hesaplamalar belli bir zaman süresi içindeki her dönem için tekrarlanır ve her defasında önemli içsel değişkenler ve durum değişkenlerinin aldıkları değerler gözlenir. Böylelikle sistemin aslı üzerinde yapılamayan denemeler, model üzerinde gerekirse başlangıç değerlerinde değişiklik de yapılarak tekrarlanabilir.

Benzetim yöntemi işletmecilik alanında üretim kontrol sistemleri, stok kontrol sistemleri, taşıma tesisleri, hizmet tesisleri, tamir-bakım işleri, kalite kontrol işleri gibi pekçok problemde uygulamaya konmuştur.

Atölye iş sıralaması (job shop scheduling) problemleri de benzetim yöntemine uygulama alanı sağlamışlardır. Bu alanda kurulan çeşitli benzetim modelleri aynı problemlerle uğraşan tam sayılı (integer doğrusal programlama gibi analitik yöntemlerin, basitleştirici varsayımlar yapıldığı halde kolyaca bilgisayarların kapasitelerini aşmalarıdır.

Ayrıca işletmecilik alanına giren PERT(Proje Değerleme Tekniği) ve kalite kontrolü gibi problemlerde de çok sayıda benzetim modeli uygulamaya konulmuştur.

Yatırım analizlerinin taşıdığı riskin ortaya çıkarılmasında kullanılan ve Hertz tarafından geliştirilen bir model de benzetim yönteminin işletmecilik alanındaki

problemlere güzel bir uygulama örneğidir [4].

Bazı yazarlar Monte Karlo Tekniğini "bir benzetim çalışmasında belli bir denemede kullanılmak üzere bir ya da daha çok olasılık dağılımından rastgele sayılar çekme tekniği olarak tanımlarlar [6] Singh için Monte Karlo tekniği "deneysel çözümleri çok pahalı ya da analitik incelemeleri çok karmaşık olan problemleri çözme tekniğine verilen addır" [7].

Yücel ise (neticeleri belirli (determinat) veya ihtimali olan problemlerin rastgele sayılarla yapılan deneylerle çözülmesi için geliştirilmiş olan metotlara genellikle "Monta Karlo Metodları" ismi verilir" demektedir [8].

Bütün bu tanımlar birleştirildiğinde, bazı problemlerin çözümünde istatistikteki anlamıyla bir örnekleme yapmak gerekebilir. Fakat bu örnek alma işi ya imkansızdır ya da çok pahalıya mal olacaktır. Böyle durumlarda gerekli bilgiler örneklemenin benzetimini yapmakla elde edilebilir. Başka bir deyişle, bu benzetim işlemi, gerçek kitlenin yerine olasılık dağılımı belirlenmiş yapay (sun'i) bir kitle geçirip örneği bu yapay kitleden almak demektir [9].

Birkaç belirsiz girdi değişkeni olduğu zaman analitik çözümle risk analizini başarmak neredeyse imkansızdır. bu durumda genel kitlenin N elementi içeren bir örnek alarak medyan (veya umulan değer) ve varyans (veya standart sapma) tahmin edilebilir. Örnek parametreler genel kitle parametrelerini tahmin etmek için veya benzetimini yapmak için kullanılır. Monte Karlo Benzetim tekniğinin ana mantığı budur [5].

Seçilen örnek kitlenin genel eğilimini yansıtmalıdır. Seçilen örneğin bir şartlanma olmadan genel eğilimi yansıtmalarını sağlamanın en kolay yolu rastgele sayılar (Randon Number) kullanmaktır. Bu rastgele sayıları üretmenin en pratik ve güvenilir iki yolu rastgele sayılar tablolarını kullanmak yada bilgisayar aracılığıyla bu sayıları üretmektir. Bu rastgele sayıların herbir kolonunda 0 ile 9 arasında bir rakam gelme olasılığı % 10'dur [5].

Monte Karlo tekniğinde olasılığı hesaplanacak belirsizlik gerekli sıklıkta aralıklara bölünür. Rastgele sayılarda aynı aralığa bölünür ve tablodan sırayla okunan rastgele değişkenler bu aralıklara yerleştirilir. Bu işlem ne kadar çok yapılırsa bir aralıkta o kadar çok rakam olur ve benzetim yönteminin gerçekliği artar.

Sonra bu her bir aralıktaki rastgele sayının kullanılan toplam rastgele sayıların miktarına oranıyla bu aralığın frekansı hesaplanmış olur. Böylece bir olasılık dağılımı oluşturulur [5].

2.7.4.4. Monte Karlo Tekniğinde Gerçekçi Uygulamalardaki Problemler [5]

Bir maden yatağı fizibilite çalışmasında belirlenmesi gereken en önemli şey grupların yaklaşık seviyesidir. Buradaki grupların seviyesi yapılacak tahminlerin gerçekliği açısından daha çok değişkenin daha geniş aralıklarla irdelenmesi en iyisidir. Elde edilen daha az bilgi ile bir karar daha formülize edilebilir. En iyi değerlendirmeyi yapabilecek kadar gerekli detayı kestirebilmek önemlidir.

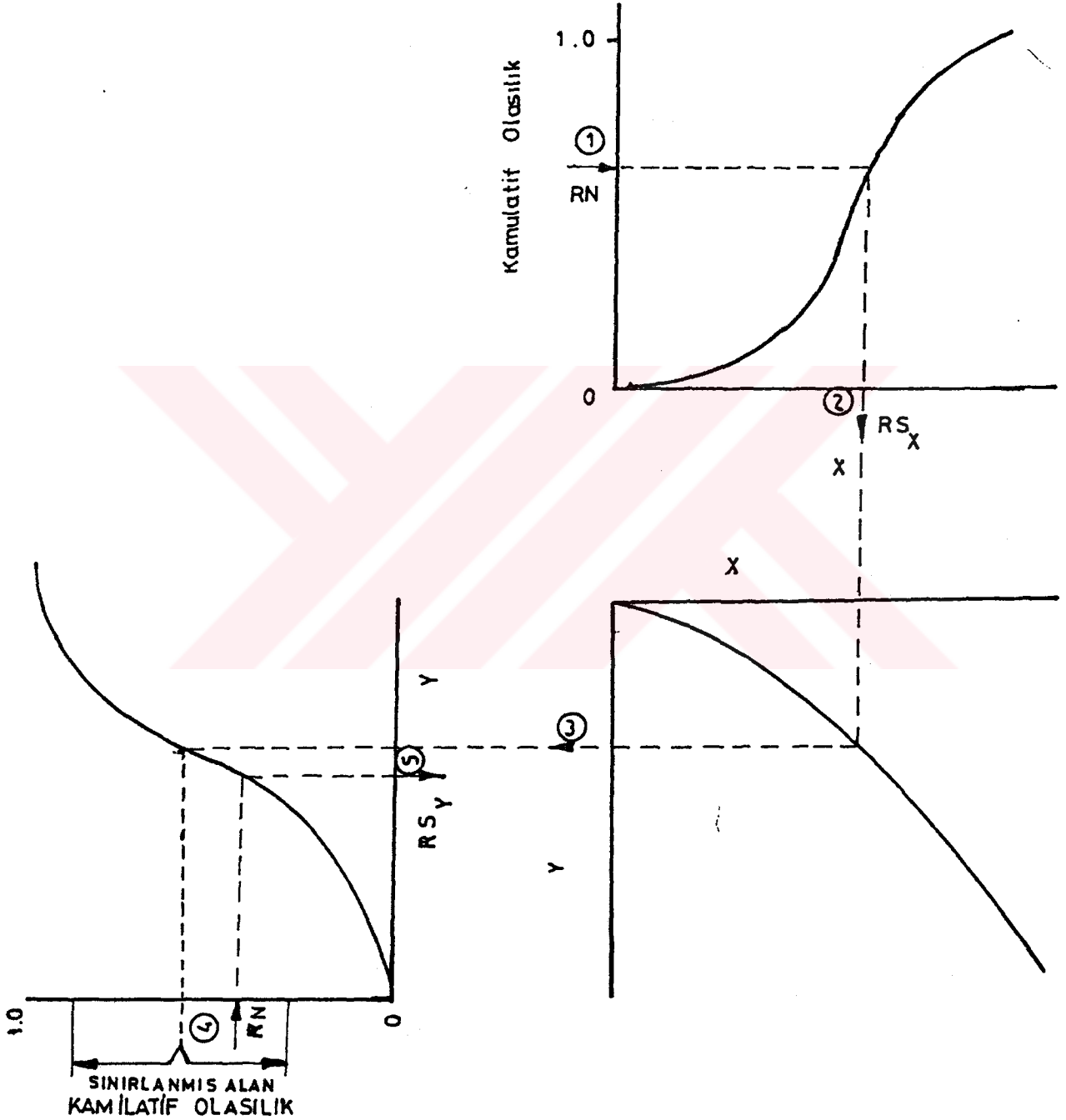
Ancak korelasyon tarafından ortaya çıkan problemler nedeniyle bu detayın seviyesi sınırlıdır. Daha fazla detay, girdi değişkenleri arasında korelasyon olma şansını artıracaktır.

Korelasyonun etkisini anlamak kolaydır. Bağımsız değişkenler gruplandırılıp boyutlandırıldığı zaman bir değişkenin etkisi-zıt doğrultudaki bir başka değişken tarafından karşılanabilir. Eğer bu değişkenler pozitif yönde korelasyonlu iseler, bir değişkenin etkisi diğer bir değişken tarafından daha da arttırılır. Korelasyonlar negatifte olabilirler; bu durumda değişkenler sistematik olarak birbirlerinin etkilerini azaltırlar. Korelasyonları keşfetmek zordur, daha da zoru onları ölçmektir; fakat onları göz ardı etmek analizde tamamen yanlış yorumlara yol açabilir.

Eğer korelasyonlar gerçek olarak ölçülebilirse, taslağı çizilen benzetim yönteminde kolaylıkla görülebilir. Örneğin X girdi değişkenine bağlı bir Y değişkenini (Şekil 2.6) örnekleme yöntemi aşağıdaki gibi olacaktır. X Değişkeni için bir rastgele örnek çizilir, buna karşılık gelen Y değişkeninin değeri X ile rastgele örnek çizilir, buna karşılık gelen Y değişkeninin değeri X ile arasındaki tahmin edilen ilişkiden hesaplanır, sonra Y girdi değişkeni için bir rastgele örnek üretmek amacıyla örnek alanını sınırlamak için korelasyon katsayısıyla birlikte Y değişkeninin değeri kullanılır.

Gerçek problem bu korelasyonları oluşturacak bilgilerin elde edilememesidir.

$$Y = f(X)$$



ŞEKİL: 2.6. Rastgele Örneklem Yöntemi-Karele Edilmiş Değişkenler

2.8. Risk Analizinin Kullanışlılığı [5]

Risk analizinin özellikle önemli olduğu dört tip maden yatırımı mevcuttur.

2.8.1. Marjinal Projeler

Maden yatırımlarında umulan iç verim oranı umulan sermaye maliyetine oldukça yakındır. Bunun için girdi değişkenlerinin değerleri hakkındaki normal belirsizlikler bile yeterli bir iç verim oranını yetersiz iç verim oranına dönüştürebilir.

2.8.2. Nadir Belirsizlikler

Umulan iç verim oranının yeterli olduğu durumda bile, bir veya daha fazla girdi değişkeninin belirsizliği bir ekonomik kayıp olasılığını oldukça yükseltir. Maden yatırımları rezerv, tenör ve metal fiyatları gibi belirsizliklerle sık sık karşı karşıya kalırlar.

2.8.3. Proje Özelliklerinin Optimizasyonu

Bir çok durumda kapasite, cut-off grade ve iş sıralama politikasını tespit etmek açısından bir maden yatırımında risk optimum şartların seçimine etki eden en önemli etkidir.

2.8.4. Arama Projeleri

Arama projeleri çalışmalarının amacı yatırım konusu sahadaki risk azaltmak amacıyla ekonomik rezervi boyutlandırmaktır. Böylece, değeri belirlenen risk arama planlamasının temel taşı olmaktadır. Projenin bu aşamasında detaylı bir çalışma yapılamaz sadece kaba tahminler yapılabilir. Kapasiteyi belirlemek için gerekli bilgi

mevcut mudur? Proje ertelemeli veya iptal mi edilmelidir ? Bu soruların cevaplanması riskin planlanmasında önemli rol oynayacaktır.

2.9. En İyi Yatırım Alternatifinin Seçimi [5]

Risk analizi bir fizibilite projesinin son aşaması olduğu için çeşitli yatırım alternatiflerini karşılaştırıp onlar arasından en iyisini seçmek gerekmektedir. En iyi yatırım alternatifinin seçiminde risk kriteri ile umulan değer kriterini mukayese edip en karlı gözüken yatırımı seçmek gerekir. Yüksek umulan değere sahip olan bir yatırım alternatifi daha düşük umulan değere sahip olan yatırım alternatifine tercih edilir. Benzer şekilde genellikle yatırımlar riske karşı oldukları için daha düşük riske sahip yatırım alternatifi tercih edilir.

Bir yatırım alternatifinin hem umulan iç verim oranı yüksek hemde riski düşükse bu yatırım önerisinin kabul edileceği aşikardır.

Ancak, birçok kez yüksek umulan iç verim oranına sahip olan bir yatırım alternatifi karşısında düşük riske sahip olan bir yatırım alternatifinin çıktığı görülür. Bu durumda seçim aşikar değildir. Bu yatırım alternatifleri arasında en iyisinin seçimi şirketin büyüklüğüyle ilgili yatırımın boyutu arasındaki ilişki ve şirketin riske bakış açısı tarafından belirlenir.

Yatırımı yapacak kişinin riske karşı tavrını gösteren fayda eğrisi çizilebilir. Fakat bu daha teorik kalan ve karar verme işlemi için yeterince pratik olmayan bir yoldur. Pratikte yatırımcının kişisel görüşleri ve riske karşı tutumu önemlidir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada, günümüz ekonomik koşulları içinde özellikle madencilik sektöründe yatırım öncesi detaylı çalışmalar yapıp en iyi yatırım alternatifinin değerlendirilmesi özellikle özel sektör açısından son derece önemlidir. Belki de böylesi bir çalışma tam anlamıyla yapılmadığı için KİT'lerin bir kısmı zarar etmektedir. Ancak özel sektörün böylesi zararları karşılama gücü yoktur o zamanda hem milli servet, hem de emek getiri olmayan bir sahaya gömülmüş olacaktır. Bu da hem ülke ekonomisini hem de çalışanıyla işvereniyle özel sektörü etkileyecektir.

Başlangıçta lüzumsuz detay çalışmalar olarak yorumlanabilecek risk analizi serbest piyasa ekonomisiyle birlikte önemini günden güne hissettirmektedir.

Bu çalışmada yapılan örnekte umulan karı % 42'lik bir olasılıkla 192.500 TL olan ve zarar etme olasılığı çok az olan bir yatırım alternatifi olduğu görülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] ŞENESEN, Ü., Riskli Yatırım Önerilerinin Değerlendirilmesi, İ.T.Ü. Matbaası, Gümüşsuyu, 1982.
- [2] JAMES, M.S., Critical Issues in Project Financing, Coal Mining, pp.44-47, May, 1984.
- [3] ERSAN, İ., Ülke Riski, Para ve Sermaye Piyasası, S.24-27, Kasım 1985.
- [4] B.HERTZ, D., Risk Analysis in Capital Investment, Harvard Business Review, Vol. 42, No.1, pp-95-106, 1964.
- [5] Risk Analysis Techniques.
- [6] ROBERT, C.MERER, W., T.Newell and Harold L, Pazar, Simulation in Business and Economics, Prentice-Hall, 1969.
- [7] JAGJIT, S., Operation Research, Middle sex, Penguin 1971.
- [8] YÜCEL, M.N., Monte Karlo Etüdü, İ.T.Ü. Elektronik Hesap Bilimleri Enstitüsü Yayını, İstanbul 1973.
- [9] MAVRICE, S., ARTHUR, Y., LAWRACE, F., Operations Research Methods and Problems, John Willey and Sons New York, 1959.

ÖZGEÇMİŞ

1967 yılında Afyon'da doğdu. İlk öğrenimini Afyon Hüseyin Sümer İlk okulunda, orta öğrenimini Afyon Cumhuriyet Lisesi, Orta kısmında ve Lise öğrenimini Afyon Endüstri Meslek Lisesi Motor Bölümünde Tamamladı. 1984 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Maden İşletme Mühendisliğini kazandı. 1989 yılında Maden Mühendisi olarak mezun olduktan sonra aynı yıl Maden Ekonomi ve Planlaması Master programına kayıt yaptırdı. Bir yıl Hazırlık okuduktan sonra, master derslerini tamamladı, şu anda Milten Şirketler Topluluğunda Üretim ve Hakediş Kontrol Bölümünde çalışmaktadır.