

# Türkiye Kömür Madenciliği Yatırımları için Bir Risk Analiz Modeli

A Risk Analysis Model for Coal Mining Investments in  
Turkey

Neş'e ÇELEBİ \*  
Tünay ŞEYRANTEPE \*\*

## ÖZET

Bu yazıda, Türk Kömür Madenciliği koşullarına uygun ve risk unsurunu göz önüne alan bir yatırım analiz modeli tanıtılmaktadır. Model ile Net Bugünkü Değer kriterini kullanarak bir yatırım projesinin hem duyarlılık analizi hem de risk analizi yapılabilmektedir. Modelin uygulanabilirliği bir örnek çalışma ile gösterilmiştir.

## ABSTRACT

In this paper, an investment analysis model which considers risk and is suitable for Turkish coal mining industry is presented. Using the model, both the sensitivity analysis and the risk analysis of an investment project can be performed applying the Net Present Value criterion. The applicability of the model has been illustrated with a case study.

(\*) Dr., Maden Müh. Böl., O.D.T.Ü., ANKARA

(\*\*) Maden Yük. Müh., EtÜd-Plan-Proje ve Tesis İşleri Dairesi  
Başkanlığı T.K.I., ANKARA

## 1.GİRİŞ

Bir maden yatırım projesinin değerlendirilebilmesi çok sayıda jeolojik, topografik, teknolojik ve ekonomik faktöre bağlıdır. Ancak, bu faktörler, bazılarının tam olarak ölçülmesi, bazılarının da önceden kesinlikle bilinmesi olanaksız olduğundan, değişik oranlarda belirsizlik taşımaktadırlar. Bu belirsizlikler nedeniyle maden yatırımları riskli yatırımlar olarak nitelenmekte ve değerlendirme sonuçları diğer yatırımlardan daha az kesinlik taşımaktadır. Kömür madenciliği yatırımları da, diğer maden yatırımlarında olduğu gibi değişik oranlarda belirsizlik içermektedir. Bu nedenle, kömür madenciliği yatırımlarının değerlendirilmesinde risk unsuru da dikkate alınmalıdır.

Klasik karar teorisinde "risk" ve "belirsizlik" terimleri aynı anlam taşımaktadırlar. "Risk" beklenen sonucun olasılık dağılımının yapılabildiği, "belirsizlik" ise herhangi bir olasılık dağılımının yapılamadığı durumları açıklamakta kullanılır. Ancak, maden yatırım kararları için bu iki durum arasında kesin bir sınırlama yapılamayacağından bu yazıda iki terim de eş anlamlı olarak kullanılacaktır.

Belli bir yatırım projesinin belirsizlik durumunda incelenebilmesi için geliştirilmiş çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Madencilik sektöründe yaygın olarak kullanılan yöntemler Monte Carlo benzetim yöntemi, duyarlılık analizi, risk faktörünü içeren parametreler (indirgeme oranı, geri ödeme dönemi, fiyat, v.s.) yöntemi ve genişlik analizi yöntemidir. Bu yöntemlerden, duyarlılık analizi, madencilikte

uzun yıllardan beri kullanılmaktadır (1), (2). Monte Carlo benzetim yöntemi ya da kısa adıyla risk analizi yöntemi ise en yaygın olarak kullanılan yöntemdir (3- 5). Ancak geliştirilen risk analiz modellerinin çoğu metal madenleri için olup, geliştirildiği ülkenin kanun ve mevzuatlarını yansıtmaktadır.

Bu değerlendirmeler ışığında, Türk kömür madenciliği koşullarına uygun ve belirsizlik durumunda uygulanabilecek bir yatırım analiz modeli geliştirilmiştir.

## 2.MODEL TANITIMI

### 2.1.Genel

Model, kömür maden yatırımları için geliştirilmiş olup TKİ'nin fizibilite araştırmaları esas alınmıştır. Model, kömür madencilik sektöründeki her tür proje için uygundur; bir kömür yeraltı işletmesi ya da bir kömür açık işletmesi projesine uygulanabildiği gibi kömür hazırlama tesisi projesi ya da briketleme tesisi projesine de uygulanabilir. Model hem duyarlılık hem de risk analizi yapabilecek şekilde modüler olarak IBM 4381 bilgisayarında geliştirilmiş ve programlama dili olarak PL/1 kullanılmıştır.

### 2.2.Hesaplama Yöntemi ve Model Girdileri

Modelde, proje değerlendirmede yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri olan Net Bugünkü Değer (NBD) yöntemi değerlendirmeye esas olarak kabul edilmiştir.

Net Nakit Akımı hesaplama yöntemi ve içerdiği kalemler TKİ fizibilite araştırmalarına dayanmaktadır.

Model, kredi alma söz konusu olduğunda aynı anda üç ayrı kredi olanağının birden değerlendirilmesini yapabilmektedir. Kredi koşullarına göre yatırım dönemi ve işletme dönemi faizleri ayrı ayrı bulunmaktadır.

Yatırım dönemi yatırımları, her bir yatırım yılı için sabit yatırım ve o yılki faiz ödemeleri şeklinde yıllara bölünmekte, işletme sermayesinin, üretimin başlangıcında gerekli olduğu kabul edilmektedir. Yatırımın yıllara dağılım yüzdeleri proje hazırlama ve uygulamada Türkiye'deki deneyimlere dayanarak model tarafından sağlandığından modele girdi olarak yatırım döneminin kaç yıl olduğunun ve toplam sabit yatırım tutarının verilmesi yeterli olmaktadır. Hurda değer, sabit yatırımın % 10'u olarak kabul edilmektedir. Model, yenileme yatırımlarını da göz önüne almakta, yenileme yatırımlarının üretim döneminde her beş yılda bir yapılabileceğini kabul etmektedir.

Modelde en çok üç ayrı ürün fiyatı ve üretimi değerlendirilmektedir; örneğin teshine verilecek kömür fiyatı, santrale verilecek kömür fiyatı, endüstriye verilecek kömür fiyatı ve bu amaçlara yönelik üretim miktarları, gelirlerin hesaplanmasında değerlendirmeye alınabilmektedir.

işletme giderleri; yardımcı madde ve işletme malzemesi, hazırlık giderleri, yedek parça tutarı, akaryakıt, enerji ve yağ giderleri, işçilik ve personel giderleri, bakım

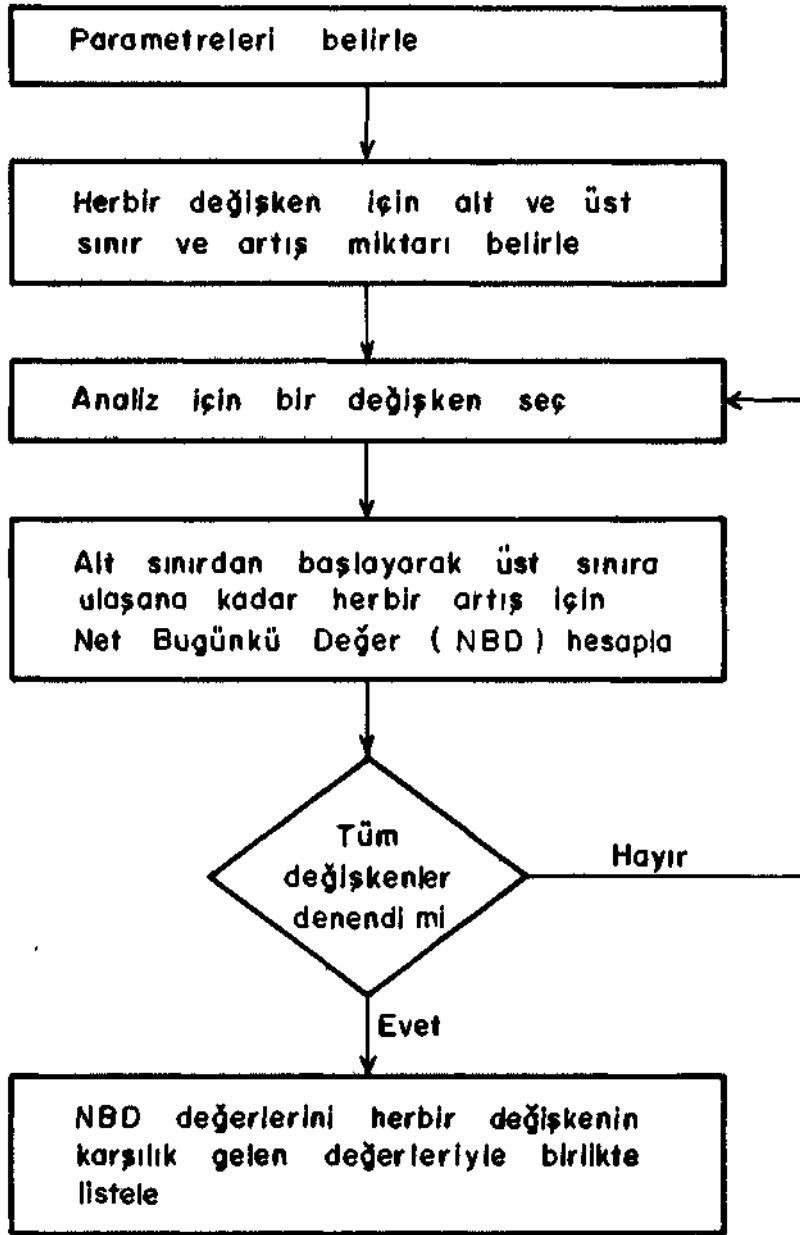
onarım gideri, genel imal ve idare giderleri, pazarlama ve satış giderleri, dağıtım giderleri, hammadde giderleri, amortisman, faiz giderleri ve diğer giderleri kapsamaktadır. Modelde, istenilen analiz hassasiyetine göre işletme giderleri ya tek bir kalem olarak girilebilmekte, ya amortisman ve faiz hesapları dışında ara toplam olarak verilebilmekte, ya tek tek işletme gideri kalemleri bazında ya da akaryakıt tutarı, enerji gideri, yağ gideri gibi daha detay olarak girilebilmektedir. Amortisman ve faiz tutarları kullanıcı tarafından verilmediğinde program tarafından hesaplanmaktadır.

İşletme dönemindeki vergi öncesi nakit akımlarının hesabında Devlet Hakkı ve Madencilik Fonu, vergi miktarının hesaplanmasında ise vergi oranına ek olarak diğer fonlar da göz önüne alınmaktadır.

Net nakit akımlarının hesaplanmasından sonra belli bir indirgeme oranı kullanılarak NBD bulunmaktadır.

### 2.3.Duyarlılık Analizi

Duyarlılık analizi, her defasında sadece bir değişkeni değiştirip diğerlerini sabit tutarak gerçekleştirilmektedir. Duyarlılık analizi yapabilmek için, NBD'm duyarlılığının saptanacağı değişken için bir alt limit, üst limit ve bu aralıkta artış miktarı belirlenmekte ve modele girdi olarak verilmektedir. Duyarlılık analizi modülünün genel bir akım şeması Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1 . Duyarlılık analizi modülünün genel akım şeması

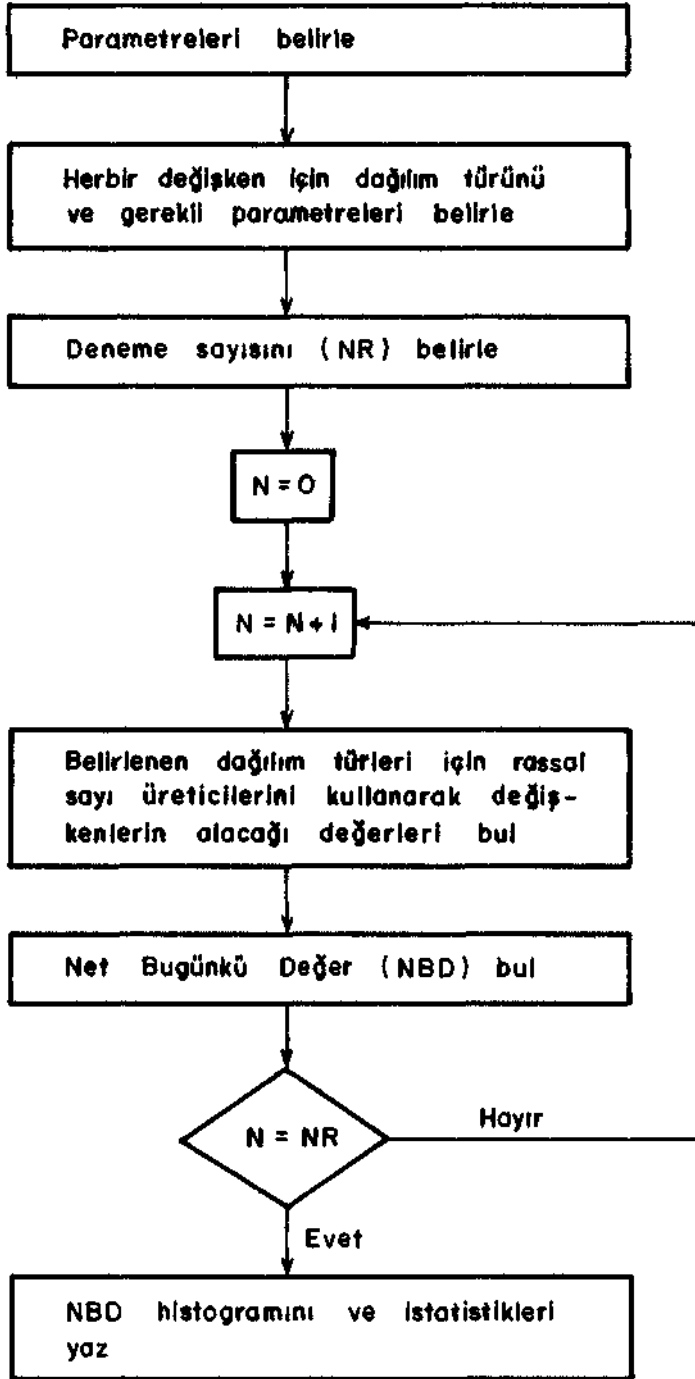
Modelde .duyarlılık analizini şu değişkenler için yapmak mümkündür :

- Yatırım dönemi
- Toplam sabit yatırım tutarı
- Kredi tutarı / Yatırım tutarı oranı
- Kredi faizi
- Kredi geri ödeme süresi
- Yıllık üretim miktarı
- Kömür satış fiyatı
- İndirgeme oranı
- İşletme giderleri (ya da herhangi bir kalemi).

#### 2.4.Risk Analizi

Risk analizi modülünde, 0 ile 1 arasında rassal sayılar üretilmekte, elde edilen rassal sayılar ise değişkenler için önceden belirlenmiş olan olasılık dağılımlarından rassal değişken değerlerinin üretiminde kullanılmaktadır. Bu değerlerin kullanımıyla da NBD hesaplanmaktadır. Bu işlem daha önce kullanıcı tarafından belirlenmiş sayıda tekrarlanarak NBD'm olasılık dağılımı elde edilmekte ve gerekli istatistikler verilmektedir. Risk analiz modülünün akım şeması Şekil 2'de verilmektedir.

Bu modülde, duyarlılık analizi yapılabilen tüm değişkenler için olasılık dağılımı tanımlanabilmektedir. Ancak NBD'in olasılık dağılımı tek bir indirgeme oranı için elde edilebildiğinden indirgeme oranınının nokta kestirimi (point estimation) olarak verilmesi gerekmektedir.



Şekil 2. Risk analizi modülü genel akım şeması



Modelde değişkenler için kullanılabilen olasılık dağılımları:

- Düzgün dağılım,
- Üçgen dağılım,
- Normal dağılım,
- Lognormal dağılım,
- Üssel dağılım,
- Poisson dağılım'dır.

Ayrıca istenen değişkenlerin nokta kestirimi olarak verilmesi de mümkündür.

### 3.MODEL UYGULAMASI

Model, kullanımını göstermek amacıyla bir kömür projesine uygulanmıştır. Projedeki değişkenlerin modele girdi olan en olası değerleri aşağıda verilmiştir:

- Yatırım Dönemi : 2 yıl
- İşletme Dönemi : 30 yıl
- Toplam Sabit Yatırım :  $67500 \times 10^6$  TL
- Üretimin 15. yılında yapılacak Yenileme Yatırımı :  $8200 \times 10^6$  TL
- İşletme Sermayesi :  $1000 \times 10^6$  TL
- Kredi/Yatırım Oranı : 1. Kaynak: % 52,96  
, 2. Kaynak: % 47,04
- Kredi Faizi : 1. Kaynak: % 45  
2. Kaynak: % 1,5
- Kredi Geri ödemesi : 1. Kaynak: 12 yıl  
2. Kaynak: 8 yıl

- Yıllık Kömür Üretimi : 1760 000 ton
- Kömür Satış Fiyatı : 105 000 TL/ton
- Devlet Hakkı ve Madencilik Fonu Oranı : % 10
- Vergi Oranı : % 48»3
- İndirgeme Oranı : % 27t22
- İşletme Giderleri (Faiz ve Amortisman dışındakiler) : 129 880 x 10<sup>6</sup> TL

Yıllık faiz ve amortisman tutarları yatırım ve kredilerle ilgili veriler kullanılarak model tarafından bulunmaktadır. Bu verilerin kullanımıyla projenin net bugünkü değeri;

$$\text{NBD} = 15\ 900 \times 10^6 \text{ TL dir.}$$

Duyarlılık analizine örnek olması açısından burada sadece NBD' in yatırım dönemine duyarlılığı verilecektir.

Duyarlılık analizi ile ilgili yatırım dönemi girdileri:

- Alt Sınır : 1 yıl
- Üst Sınır : 6 yıl
- Artış : 1 yıl

olarak seçilmiştir.

Model, yatırım dönemi için alt sınır olan 1 yıllık yatırım döneminden başlayarak, üst sınır olan 6 yıllık yatırım dönemine kadar yatırım dönemini birer yıl arttırarak karşılık gelen NBD değerlerini hesaplamaktadır.

NBD'in yatırım dönemine duyarlılığı Çizelge 1 ve Şekil 3'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi yatırım dönemi- nin 4 yılı geçmesi durumunda NBD negatif değer almaktadır.

Ayrıca eğrinin eğimi, NBD'ın bu değişkene duyarlılığının bir göstergesidir.

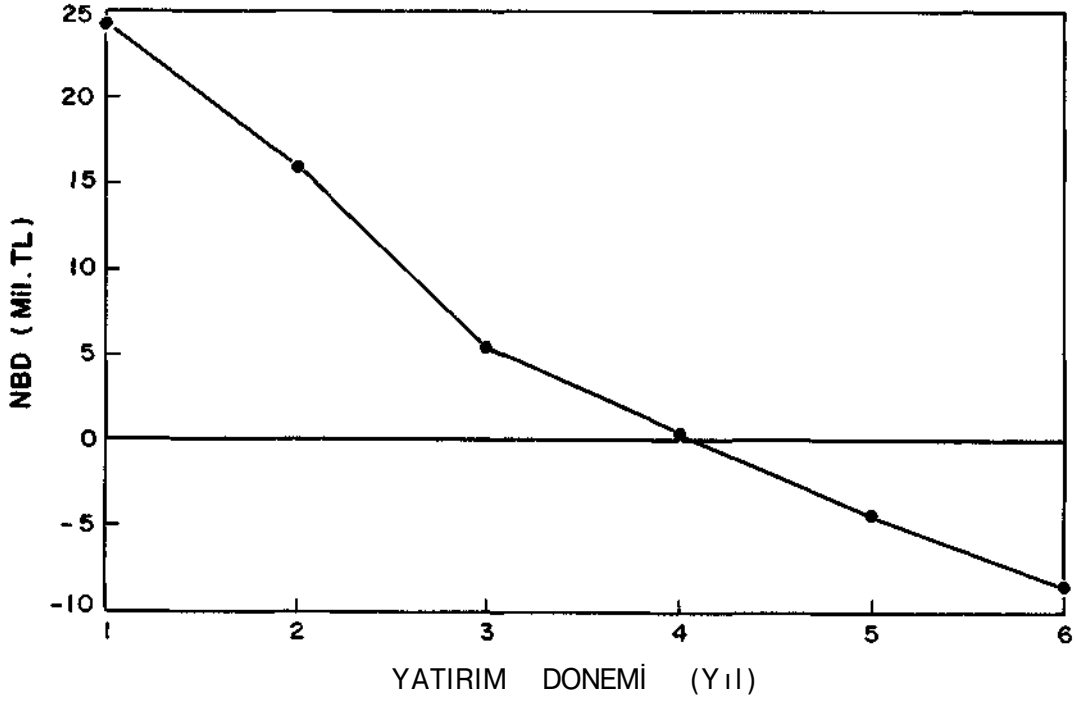
Çizelge 1. Net Bugünkü Değerin Yatırım Dönemine Duyarlılık Analizinin Sonuçları

Alt Sınır	Üst Sınır	Artış	Değer	NBD (Mil. TL)
1	6	1	1	24 171,26
			2	15 900,01
			3	5 452,94
			4	329,75
			5	-4 370,52
			6	-8 482,71

Risk analizinde olasılık dağılımları kullanılan değişkenler Çizelge 2'de olasılık dağılım türleri ile birlikte verilmektedir. Çizelgede verilen yatırım ve işletme giderleri tutarları milyon TL cinsinden olup işletme gideri tutarına faiz ve amortisman dahil edilmemiştir.

Risk analizi modülü için Çizelge 2'de verilen girdilere ek olarak deneme sayısını da kullanıcı belirlemektedir. Risk analizinde deneme sayısı arttıkça NBD'in dağılımı daha güvenilir hale gelmekteyse de deneme sayısının artması kullanılan bilgisayar zamanının da artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle uygun deneme sayısının seçimi kullanıcıya bırakılmıştır.

Şekil 4 'de deneme sayısının 500 olarak belirlendiği bir risk analiz çıktısı verilmektedir. Çıktıda NBD'in dağılımının yanısıra hesaplanan ortalama NBD, standard sapma ve farklı



Şekli 3. Net bugünkü değerın yatırım dönemine duyarlılığı

Deneme Sayısı : 500

Sıklık	NBD (MİL.TL)	
1	-22 029	
8	-15 425	
24	-8 821	
66	-2 217	
72	4 386	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
102	10 990	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
96	17 594	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
52	24 198	xxxxxxxxxxxxxxxx
45	30 802	xxxxxxxxxxxx
18	37 406	xxxxx
14	44 010	xxx
2	50 614	x

Ortalama **13 268,03**  
 Standard Sapma **255,52**  
 Değişim Katsayısı **1,92**

Şekil 4. Örnek bir risk analiz çıktısı

Çizelge 2. Risk Analizi Girdileri

Değişken	Dağılım Türü	Dağılım Belirleyici Değerler			
		Ortalama	Standard Sapma	Min. Değer	Maks. Değer
Yatırım Dönemi	üçgen	2	-	1	6
Toplam Sabit Yatırım	Normal	67500	4500	-	-
Yıllık Üretim	Üçgen	1760000	-	1600000	1860000
Kömür Fiyatı	üçgen	105000	-	100000	125000
İşletme Giderleri	Normal	129880	6000	-	-
1. Kaynak Kredi Faizi	Düzensiz	-	-	0,40	0,60
2. Kaynak Kredi Faizi	Düzensiz	-	-	0,03	0,10
1. Kaynak Geri ödeme Dönemi	Düzensiz	-	-	6	20
2. Kaynak Geri ödeme Dönemi	Düzensiz	-	-	4	15

projelerin karşılaştırılmasına olanak sağlayan değişim katsayıları verilmektedir. İdeal olarak tüm NBD'lerin pozitif olması ve standart sapmanın da küçük olması istenir. Ancak, dağılımdan NBD'in negatif değerler de aldığı görülmektedir. Projenin kabul edilebilirliği NBD'in negatif olma olasılığının karar vericinin risk alma sınırları içinde olmasına bağlıdır.

#### 4.SONUÇ

Duyarlılık analizi ve risk analizi madencilik yatırımlarında risk unsurunu göz önüne alan ve yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Geliştirilen model, bu tekniklerin Türkiye Kömür Madenciliği koşullarına uygun olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Modelin esnek kullanım özelliği ve alınabilen çıktılar, bu tür analizler için uygun bir model olduğunu göstermektedir.

#### KAYNAKLAR:

- 1.BENNETT, H.J., et. al., Financial Evaluation of Mineral Deposits Using Sensitivity and Probabilistic Analysis Methods, US Bureau of Mines, IC 8495, 1970, 82 p.
- 2.BROWN, G.A., The Evaluation of Risk in Mining Ventures, CIM Bulletin, October, 1970, pp.1165-1171.
- 3.AZİZ, A., JANAKIRAMAN, C, and WERNER, A.B.T., A Computer Simulation Model for the Assessment of Mineral Resources, Proceedings, 14th Application of Computer Methods in the Mineral Industry, R.V. Ramani, ed., AIME. New York, 1977, pp.1182-1196.
- 4.KRIGE, D.G., Some Novel Features of Implications of a General Risk Analysis Model for New Mining Ventures, Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy, September, 1979, pp.421-430.
- 5.BILODEAU, M.L., and PARK, Y.H., Computer Aided Mine Investment Analysis, Computer Applications in the Mineral Industry, Collins and Singhai, ed., Balkema, Rotterdam, 1988, pp.83-90.