

MANYEZİT MADEN İŞLETMECİLİĞİNDE SINIR % SiO₂ KARARLARI RİSKLİLİĞİ

The Risks of Cutoff SiO₂ % Decisions in Magnesite Mining Operations

H.Gürkan YERSEL^(*)
Adnan KONUK^{***}

Anahtar Sözcükler : Risk Analizi, Sınır % SiO₂

ÖZET

Bu çalışmada, manyezit maden işletmeciliğinde sınır % SiO₂ kararları riskliliğinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla öncelikle, manyezit maden işletmeciliğinde ilk yatırım, işletme sermayesi ve işletme giderleri ile cevher kalite katsayısı tahminleri için regresyon model parametreleri araştırılmıştır. Regresyon tahminlerinde beklenen hatalardan belirli sayıda rassal örneklemede yaparak yıllık nakit akımlarını ve net bugünkü değer oranı karlılık ölçütlerini hesaplayan risk analiz modeli geliştirilmiştir. Monte Carlo Benzetim Yöntemi temelinde geliştirilen risk analiz modeli ile karlılık ölçütleri dağılım parametreleri de hesaplanarak, sınır % SiO₂ kararlarının risklilik dereceleri belirlenmiştir. Aynı zamanda, cevher rezervi, üretim kapasitesi, cevher satış fiyatı ve % CaO değerlerindeki değişimlerin sınır % SiO₂ kararları riskliliğine etkileri de araştırılmıştır.

ABSTRACT

In this work, risk of Cutoff SiO₂ % decisions in Magnesite mining operations were aimed to measure. For this purpose, regression model parameters were firstly investigated for initial and working capital, finance for magnesite mining operations and estimates of constant are quality. Risk analysis model, which calculates annually cash flows and rate of net present value profitability criterions by making various numbers of random sampling from expected errors in regression estimates, was improved. Risk parameters for cutoff SiO₂ % decisions were determined by calculating profitability criterions distribution parameters and risk analysis model, improved on the basis of Monte Carlo Simulation Method. At the sametime, the effects of ore reserve, capacity, ore price and variations in CaO % on the risks of cutoff SiO₂ % decisions were also investigated.

ⁿ Doç.Dr., Anadolu Üniversitesi, Müh.Mim.Fak., Eskişehir

^{1m)} Doç.Dr. Osmangazi Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

1.GİRİŞ

Metalik maden yataklarının birçoğunun işletimi, ekonomik ve teknolojik faktörlere bağlı olarak alınacak sınır tenor kararları ile gerçekleştirilirken, manyezit maden yataklarının işletimi ise genellikle alınacak sınır % SiO₂ kararları ile gerçekleştirilmektedir. Metalik maden yataklarında sınır tenorun üzerindeki kütleler işletilebilir cevher ve sınır tenorun altındaki kütleler ise atık olarak tanımlanırken, manyezit maden yataklarında sınır % SiO₂ değerinin altındaki kütleler işletilebilir cevher ve sınır % SiO₂ değerinin üzerindeki kütleler ise atık olarak tanımlanır.

Sınır tenor artıp işletilebilir cevher bloklarının tonaj oranı azalırken ortalama tenor ise artar. Bu nedenle de, maden işletmesi yıllık üretim kapasitesinin sabit olması durumunda sınır tenor artışıyla birlikte aynı zamanda, maden yatağının tükenme ömrü ve metal üretim miktarındaki değişimler, maden yatağının işletiminden elde edilecek yıllık nakit akımları bugünkü değerlerinin değişimine neden olacaktır. Bu durumda karar verici maden yatağında uygulanabilir birçok sınır tenor seçeneği içinden amaç fonksiyonuna, ekonomik ve teknolojik koşullara göre optimum sınır tenörü seçecektir.

Sınır % SiO₂ kararlarında ise, sınır % SiO₂ artarken işletilebilir cevher bloklarının tonaj oranı ve ortalama % SiO₂ oranı artar. Sınır % SiO₂ artışıyla birlikte aynı zamanda maden yatağının tükenme ömrü de artar. Ancak, maden yatağı ortalama % SiO₂ oranının artması nedeniyle cevher kalitesi düşeceğinden, cevher satış fiyatı da azalır. Sınır tenor kararlarında olduğu gibi, sınır % SiO₂ oranındaki değişim karşısında yıllık nakit akımları bugünkü değerlerinde meydana gelen değişim, karar vericinin maden yatağında uygulanabilecek sınır % SiO₂ karar seçeneklerinden optimum olanının seçimini gerektirecektir.

Karar vericinin kontrol edebildiği sınır tenor ve sınır % SiO₂ karar seçenekleri arasından optimum olanın seçiminde statik veya

dinamik optimizasyon yöntemleri kullanılabilir. Bu optimizasyon yöntemlerinde, kontrol edilemeyen yatırım, işletme sermayesi ve işletme giderleri gibi değişkenler için nokta tahminleri kullanılmakta ve bunların belirsizlikleriyle ilgilenilmemektedir. Kontrol edilemeyen yatırım değişkenleri parametrelerinin tahmininde ise belirsizliklerin söz konusu olması halinde, optimum kararın risklilik derecesinin de belirlenmesi gerekmektedir. Kontrol edilemeyen değişken parametrelerinin tahmin hatalarının rassal örneklenmesiyle yıllık nakit akımları ve karlılık ölçütleri hesaplanarak, optimum kararın riskliliği belirlenebilmektedir.

Sınır tenor teorisi konusunda ilk çalışmalar, Lane (1964) ve Taylor (1972) tarafından yapılmıştır. Dowd (1976), metal fiyatlarının belirsiz olduğu durumda sınır tenor optimizasyonu için stokastik programlama yöntemini kullanmıştır. Napier (1983), işletme sınır tenorunun optimum seçiminde maliyet ve fiyatlardaki değişkenliğin etkilerini araştırmıştır. Yi ve Sturgul (1987), maliyet ve satış fiyatları değişkenliği koşullarında kontrol teori temelinde sınır tenor analizleri yapmıştır. Konuk (1988), sınır tenor kararları riskliliğinde ekonomik faktörlerin belirsizliğini incelemiştir.

Bu çalışmada, manyezit maden işletmeciliğinde sınır % SiO₂ kararları riskliliğinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla geliştirilen risk analiz modelinde, yatırım, işletme sermayesi ve işletme giderleri tahmininde beklenen hatalardan rassal örnekleme yapılarak yıllık nakit akımları ve karlılık ölçütlerini hesaplayıp, karlılık ölçütleri olasılık dağılım parametrelerini belirleyen Monte Carlo Benzetim Yöntemi kullanılmıştır. Karlılık ölçütleri dağılım parametreleri yardımıyla da sınır % SiO₂ kararlarının risklilik dereceleri ölçülmüştür. Bu arada, cevher rezervi, risklilik kapasitesi, cevher satış fiyatı ve cevher satışlarını etkileyen % CaO oranlarındaki değişimler karşısında sınır % SiO₂ kararları riskliliğindeki değişimler de incelenmiştir. Bu çalışma Eskişehir yöresindeki bir manyezit yatağına ait (rezerv- % SiO₂) sondaj yerleri ve Eskişehir-

Kütahya yöresindeki manyezit işletmelerine ait proje verilen kullanılarak uygulamalı olarak gerçekleştirilmiştir.

2. SINIR % SiO₂ KARARLARINA BAĞLI DEĞİŞKENLERİN HESAPLANMASI

Sınır % SiO₂ değerinin altındaki cevher kütleleri tonajının toplam maden yatağı tonajına oranı, maden yatağı rezerv % SiO₂ dağılım parametrelerine ve sınır % SiO₂ değerine bağlı olarak hesaplanabilir. Rezerv-%SiO₂ dağılımının lognormal olduğu bir durumda, sınır % SiO₂ değerinin (Xc) standart normal değeri (Zc);

$$Z_c = \frac{\ln X_c - a}{\sigma} \quad (1)$$

eşitliği ile hesaplanabilir. Burada;
Xc= sınır % SiO₂ değeri,
a= rezerv- %SiO₂ dağılımı logaritmik aritmetik ortalaması,
σ= rezerv-% SiO₂ dağılımı logaritmik standart sapma-sıdır

Zc standart normal değere karşılık gelen $\Phi(Z_c)$ olasılığı, Xc sınır % SiO₂ değerinin altında kalan cevher kütlelerinin tonajının toplam maden yatağı tonajına oranını (tonaj oranını) verir.

$$T_c = \Phi(Z_c) \quad (2)$$

Şekil 1'den de görüldüğü gibi tüm maden yatağının tonajı, standart normal eğri altında kalan toplam alan (bu alan 1 O'a eşittir) ile ifade edildiğinde, Zc standart normal değere karşılık gelen taralı alan $\Phi(Z_c)$ da, sınır % SiO₂'nin (Xc'nin) altında kalan cevher kütlelerinin tonaj oranı olmaktadır

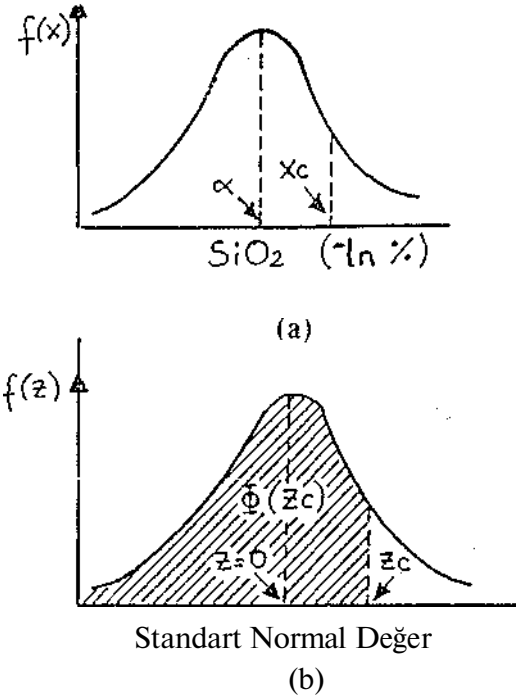
Sınır % SiO₂ değerinin altında kalan cevher kütlelerinin ortalama % SiO₂ değeri (Xc);

$$X_c = \frac{u}{T_c} \cdot (D(Z_c - \mu)) \quad (3)$$

eşitliği yardımıyla hesaplanabilir. Burada,

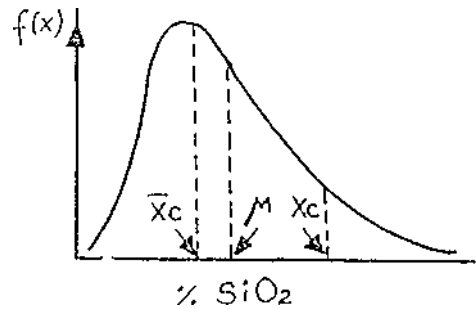
μ= maden yatağının SiO₂ değeri ortalaması,
σ= maden yatağı % SiO₂ değeri logaritmik standart sapmasıdır.

Şekil 2'den de görülebileceği gibi, maden yatağı % SiO₂ ortalaması μ iken, sınır % SiO₂ değerinin altındaki işletilebilir cevher kütlelerinin % SiO₂ ortalaması Xc olmaktadır.



Şekil 1 a) Maden yatağı rezerv- % SiO₂ dağılımı

b) Xc sınır % SiO₂ değeri ile hesaplanan Zc standart normal değere karşılık gelen alan (tonaj oranı)

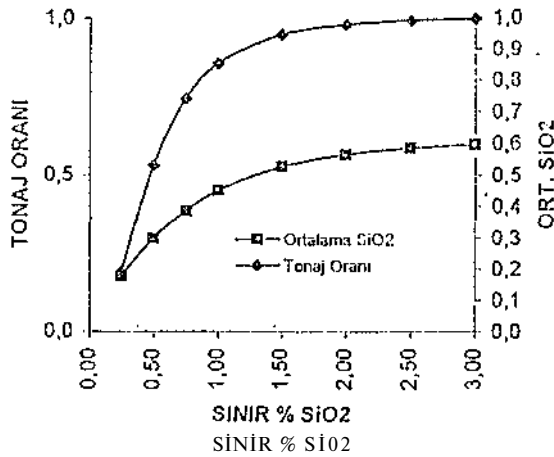


Şekil 2. Sınır % SiO₂ oranına (Xc) göre % SiO₂ değeri ortalaması (Xc)

Örnek manyezit yatağının rezerv-SiO₂ dağılımının istatistikleri aşağıdaki gibidir

Dağılım istatistikleri	Değeri
Aritmetik ortalama- μ - (%SiO ₂)	0.61193
Standart sapma- σ - (% SiO ₂)	0.51354
Değişkenlik katsayısı-C-	0.83920
Logaritmik ortalama-a-(Ln % SiO ₂)	0.757707
Logaritmik stand. sap.-f-(Ln % SiO ₂)	0.730166

Örnek manyezit yatağının rezerv-% SiO₂ dağılım istatistikleri ele alınarak, sınır % SiO₂ seçenekleri için hesaplanan tonaj oranı ve ortalama % SiO₂ değerleri Şekil 3'de verildiği gibidir.



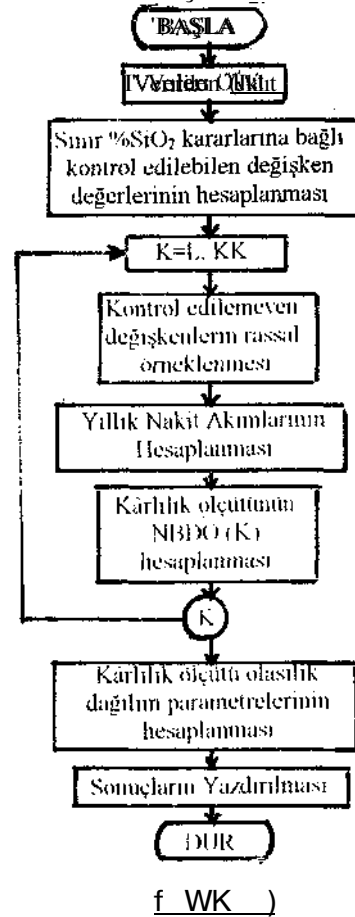
Şekil 3. Sınır % SiO₂'ye bağlı olarak tonaj oranı ve ortalama % SiO₂ değişimi

3. RİSK ANALİZ MODELİ

Sınır % SiO₂ kararlarının risklilik derecelerinin belirlenmesi amacıyla, yıllık nakit akımlarını değişken ve parametreler hakkında rassal örnekleme uygun Monte Carlo Benzetim Yöntemi temelinde bir risk analiz modeli geliştirilmiştir. Risk analiz modelinin kurulması çalışmalarında öncelikle, yıllık nakit akımlarını etkileyen, karar verici tarafından kontrol edilebilen ve edilemeyen değişkenler saptanmaktadır. Kontrol edilebilen değişkenlerin değerlerinin gelecekte değişmeyeceği ve belirsizlik içermedikleri varsayılmaktadır. Yıllık nakit akımlarını önemli derecede etkileyen kontrol edilemeyen değişkenlerin değerleri ise olasılıklı olarak belirlenmektedir. Kontrol edilebilen ve edilemeyen değişkenler arası matematiksel ilişkiler de belirlendikten sonra model, benzetim örnekleme için hazır hale gelmektedir.

Risk analizi benzetim modelinde her tekrarda yeni rassal sayılar seçilerek olasılık dağılım parametreleri belirli olan kontrol edilemeyen değişkenler için rassal örnekleme yapılır. Modelin kontrol edilebilen ve rassal örneklenen kontrol edilemeyen değişken değerlerine bağlı olarak, yıllık nakit akımları ve karlılık ölçütleri hesaplanır. Risk analizi benzetim örneklemesinin belirli sayıda tekrarlanarak, her tekrarda yeni bir karlılık ölçütünün belirlenmesinden sonra, karlılık ölçütlerinin olasılık dağılımlarına bağlı olarak da, istatistiksel yöntemlerle risk ölçütleri (olasılık dağılım parametreleri) hesaplanır. Şekil 4'de Monte Carlo Benzetim Yöntemi temelinde geliştirilen Risk Analizi Modelinin akış diyagramı verilmiştir.

Risk analiz modelinde yıllık nakit akımlarının ve karlılık ölçütünün net bugünkü değer oranı- (NBDO) hesaplamasında kullanılan değişkenlerin değerleri ve değişkenler arası ilişkiler ile risk ölçütleri aşağıdaki bölümlerde açıklanmaktadır



Şekil 4. Risk analiz modeli bilgisayar programı akış diyagramı.

3.1. Kontrol Edilemeyen Değişken Parametrelerinin Tahmini

3.1.1. İlk Yatırım, İşletme Sermayesi ve Yıllık Üretim Giderleri

İlk yatırım, işletme sermayesi ve yıllık üretim giderleri tahmini için 9 manyezit işletmesi projesine ait veriler kullanılmıştır. Farklı yıllarda yapılmış olan manyezit işletme projelerine ait veriler 1 Dolar = 54000 TL alınarak eşdeğerlenmiştir. Bu manyezit işletmesi proje verileri ele alınarak yapılan regresyon-korelasyon analizleri sırasında, yıllık cevher üretim kapasitesine (C) ve dekapaj miktarına (D) bağlı olarak ilk yatırım, işletme sermayesi ve yıllık üretim giderleri için araştırılan birçok model içinde;

$$Y = C \setminus D^b \quad (4)$$

ilişkisinin en yüksek korelasyonları veren model olduğu belirlenmiş olup, regresyon-korelasyon analizi sonuçları Çizelge 1'de verildiği gibidir

Çizelge 1. İlk Yatırım (IYG), İşletme Sermayesi (IS) ve Yıllık İşletme Giderleri (IG) için Regresyon-Korelasyon Analizi.

Değişken ismi	Regresyon Katsayıları		Belirlilik Katsayısı R ²	Standart Hata Sy	F Testi Değeri
	a	b			
I YO	0.781421	0.212275	0.9894	1.095805	373.821
IS	0.596472	0.196523	0.9807	1.265272	177.998
IG	0.724271	0.269544	0.9966	0.65829	1030.57

3.1.2. Cevher Kalite Katsayısı

Manyezit ocak işletmecileri çıkardıkları tüvenan cevherleri genellikle yurt içinde faaliyet gösteren fabrikalara veya ihracatçılara satmaktadırlar. Bu satışlarda genellikle cevher satış fiyatı, birinci sınıf manyezit için piyasada oluşan fiyat temelinde manyezitin içerdiği % SiO₂ ve % CaO değerlerine göre belirlenmektedir. Bu amaçla, yapılan analizler sonucu tüvenan manyezitin içerdiği % SiO₂ ve % CaO

değerlerine göre cevher katsayısı belirlenmekte ve daha sonra bu katsayı ile birinci sınıf tüvenan manyezit fiyatı çarpılarak cevher satış fiyatı bulunmaktadır.

Satılabilir tüvenan manyezitin içerdiği % SiO₂ ve % CaO değerleri; maden yatağının oluşumuna bağlı olarak değişen % SiO₂ ve % CaO değerleri dağılımına, maden yatağının işletiminde uygulanacak sınır % SiO₂ ve % CaO değer kararlarına ve işletim sırasındaki ayıklama verimliliğine bağlıdır.

Bu nedenle, cevher kalite katsayısı da % SiO₂ ve % CaO değerlerine bağlı olarak rassal değerler alan ve belirsizlik içeren bir değişkendir.

% SiO₂ ve % CaO değerlerine bağlı olarak cevher kalite katsayısının belirlenmesi için yapılan regresyon-korelasyon analizlerinde, bir işletmenin satışını yaptığı 55 partilik tüvenan cevher için yapılan analizlerde belirlenen değerlere göre satışta uygulanan cevher kalite katsayıları ele alınmıştır. Bu

verilerle elde edilen cevher kalite katsayısı (K) regresyon eşitliği aşağıdaki gibidir.

$$K = a \cdot \text{SiO}_2 + b \cdot \text{CaO} \quad (5)$$
$$K = -0.3099377 \cdot \text{SiO}_2 + 0.983806 \cdot \text{CaO}$$
$$r^2 = 0.9857 \quad S_y = 0.249016$$

3.2. Kontrol Edilemeyen Değişkenlerin Rassal Örneklenmesi

Bölüm 3.1'de de verildiği gibi, kontrol edilemeyen değişkenlerin regresyon parametreleriyle tahmininde belirli oranlarda

standart hatalar (Sy) sözkonusu olmaktadır. Regresyon tahminlerinde, tahmin hataları regresyon eğrisi etrafında normal dağıldığından, bu hatalar dağılımının ortalaması sıfır ve standart sapması ise Sy dir. Regresyon tahminlerinde yapılan hataların dağılım parametreleri yardımıyla, standart normal dağılımın özelliklerinden yararlanılarak, tahmin hatalarının rassal örneklenmesini yapmak mümkün olmaktadır.

Rassal örnekleme için öncelikle, rassal sayılar üreticinden elde edilen sayının, normal dağılımlı değişkenlerden örnekleme uygun hale getirilecek şekilde standart normal değerlere (Z) dönüştürülmesi gerekir. Rassal sayıların rassal standart normal değerlere dönüştürülmesi ve regresyon eşitlikleriyle tahminlerin yapılmasından sonra, tahmin hatalarının rassal örneklenmesine geçilmektedir.

İlk yatırım, işletme sermayesi ve işletme giderleri için elde edilen üssel regresyon eşitliği yardımıyla;

$$Y = C \cdot D^b$$

$$LY = a \cdot \ln C + b \cdot \ln D \quad (6)$$

logaritmik tahmin yapıldıktan sonra; tahmin hatalarının rassal örnekleme;

$$RLY = LY + Z \cdot Sy \quad (7)$$

eşitliği ile yapılır. Rassal tahmin hatasını da içeren logaritmik değerlere;

$$RY = \text{EXP} (RLY) \quad (8)$$

eksponansiyel dönüştürmesi de yapılarak rassal örneklenmiş giderler belirlenir.

Cevher kalite katsayısı için elde edilen doğrusal regresyon eşitliği yardımıyla tahminden sonra da, tahminlerin standart hatası kullanılarak rassal örnekleme aşağıdaki gibi yapılır.

$$K = a \cdot SiO_2 + b \cdot CaO$$

$$RK = K + Z \cdot Sy \quad (9)$$

3.3. Yıllık Nakit Akımları ve Net Bugünkü Değer Oranının Hesaplanması

Yıllık nakit akımları, yıllık satış gelirleri ve işletme giderlerine bağlı olarak aşağıdaki açıklanan işlemlerle hesaplanmaktadır.

Yıllık satış gelirleri (YSG), rassal örneklenen cevher kalite katsayısına (RK), yıllık cevher üretim kapasitesine (C) ve 1. kalite tüvenan manyezit satış fiyatına (CSF) bağlı olarak;

$$YSG = RK \cdot CSF \cdot C \quad (10)$$

ilişkisiyle hesaplanmaktadır.

Yıllık amortisman giderleri (AMOR), rassal örneklenmiş ilk yatırım giderlerine (RIYG) ve maden yatağı tükenme ömrüne (MO) bağlı olarak;

$$AMOR = RIYG \cdot 0.8 / MO \quad (11)$$

ilişkisiyle hesaplanmaktadır.

Toplam yatırım giderleri (TYG) de rassal örneklenmiş giderlerine ve işletme sermayesine bağlı olarak;

$$TYG = RIYG + RIS \quad (12)$$

eşitliği ile belirlenmektedir.

Rassal örneklenmiş yıllık işletme giderlerine (RIG), yıllık satış gelirlerine (YSG) ve amortisman giderlerine (AMOR) bağlı olarak da yıllık nakit akımları (NA);

$$NA = YSG - RIG - AMOR \quad (13)$$

ilişkisiyle hesaplanmaktadır.

Yıllık nakit akımlarının (NA) net bugünkü değeri (NBD) ise R indirgeme oranına ve toplam yatırım giderlerine (TYG) bağlı olarak,

$$NBD = NA \times \frac{1}{R} \left[1 - \frac{1}{(1+R)^{MO}} \right] - TYG \quad (14)$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır.

Toplam yatırım giderlerinin ve maden ömrünün farklı olduğu yatırım alternatiflerinin karşılaştırılmasında veya optimizasyonunda yaygın olarak kullanılan net bugünkü değer oranı (NBDO);

$$NBDO = NBD/TYG \quad (15)$$

eşitliğinde olduğu gibi net bugünkü değer, toplam yatırım giderlerine oranlanmasıyla hesaplanır.

3.4. Riskin Ölçülmesi

- Yatırım karar seçeneklerinin riskliliğinin ölçülmesinde, karlılık ölçütlerinin olasılık dağılımlarına bağlı olarak hesaplanan beklenen değer, standart sapma ve değişkenlik katsayısı en yaygın kullanılan ölçütlerdir.

Karar seçeneklerinin risklilik açısından değerlendirilmesinde beklenen değer ölçütü kullanıldığında, beklenen değeri en büyük olan seçeneğin karlılık açısından en az risk içerdiği söylenebilmektedir. Ancak, beklenen değerlerin eşit olduğu veya beklenen değerlerdeki dağılımın çok farklı olduğu durumlarda ise beklenen değer risklilik hakkında sağlıklı bilgiler sağlamamaktadır.

Karlılık ölçütlerinin rassal değerlerinin beklenen değere göre dağılımını ve beklenen değer hesaplanmasında yapılan hataların büyüklüğünü gösteren standart sapma, risk değerlendirmede önemli bir ölçüt olup, standart sapması en küçük olan karar seçeneği en az risk içeren seçenektir. Bununla birlikte, karar seçeneklerinin saptanan karlılık ölçütü beklenen değer ve standart sapmalarının, birbirinin aksine çok farklı değerler alması halinde, risklilik açısından güçlük çekilebilir.

Karlılık ölçütü standart sapmasının beklenen değere oranı olan değişkenlik katsayısı büyüdükçe risklilik artarken, sifıra doğru yaklaştıkça risklilik azalır. Değişkenlik katsayısının, karlılık ölçütleri dağılımının

hem yaygınlığını hemde büyüklüğünü birarada ifade etmesi, en iyi risk modelinde de karlılık ölçütü olarak seçilen net bugünkü değer oranı (NBDO) dağılımının değişkenlik katsayısı, risk ölçütü olarak ele alınmıştır.

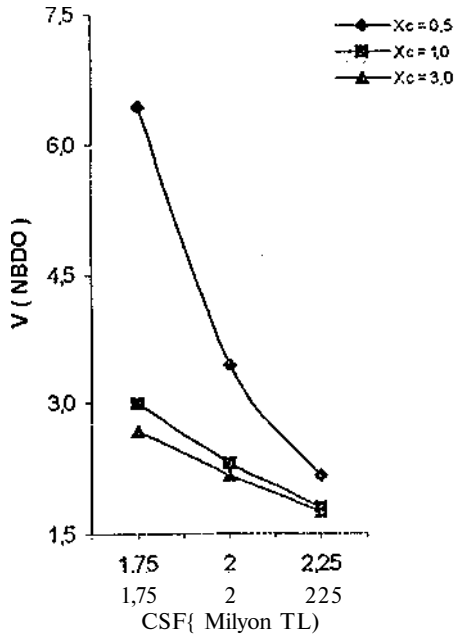
4. RİSK ANALİZ MODELİNİN ÇÖZÜMÜ

Risk analiz modelinin sınır % SiO₂ kararları için çözümü amacıyla hazırlanan bilgisayar programında öncelikle, ele alınan örnek manyezit yatağı % SiO₂ dağılım parametreleri okutulmuş, sınır % SiO₂ karar seçeneklerine bağlı değişkenlerin hesaplanması sağlanmaktadır. Daha sonra, önceki bölümde açıklanan kontrol edilemeyen yatırım ve işletme sermayesi giderleri ile yıllık işletme giderleri ve cevher kalite katsayısı tahmin parametre değerleri ve tahminlerin standart hataları okutulmaktadır. Verilerin okutulması sırasında, benzetim örnekleme boyutu da KK = 100 alınmıştır.

Herbir karar seçeneği için modelin çözümü amacıyla bilgisayar programının işletimi sonucunda, modelin çıktısı olarak hesaplanan karlılık ölçütleri dağılım parametreleri elde edilmektedir. Modelin çözümünden karlılık ölçütü olarak net bugünkü değer oranı (NBDO) ve risk ölçütü olarak da değişkenlik katsayısı (V(NBDO)) elde edilmektedir.

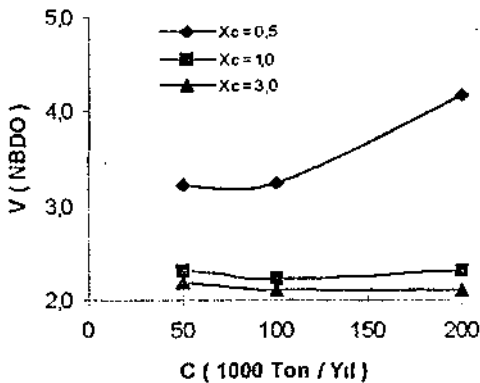
Risk analiz modeli, sınır % SiO₂ karar seçenekleri % 0,5, % 1,0 ve % 3,0 alınarak, cevher satış fiyatları, cevher rezervi, üretim kapasitesi ve % CaO değeri seçenekleri için ayrı ayrı çözülmüştür. »

Birinci kalite tüvenan manyezit satış fiyatı olan cevher satış fiyatları 1.750.000 TL/ton'dan 2.250.000 TL/ton'a kadar artırılarak risk analiz modeli çözüldüğünde, Şekil 5'deki sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 5'den de izlendiği gibi, sınır % SiO₂ değeri ve cevher satış fiyatları artarken risklilik azalmaktadır. Ancak, sınır % SiO₂'nin düşük değerlerinde risklilik oldukça yüksek iken, sınır % SiO₂ değerinin % 1,0'den daha fazla artırılmasının, riskin azalmasına büyük bir katkısı olmamaktadır.



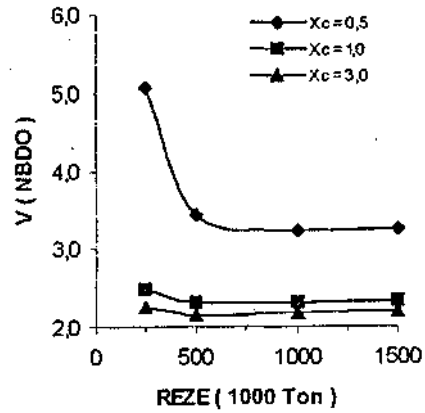
Şekil 5. Sınır ve cevher satış fiyatları (CSF) değişimi karşısında risk ölçütündeki V(NBDO) değişim (Rezerv = 500.000 ton, Dekapaj = 100.000 m³, Üretim kapasitesi = 50.000 ton/yıl, CaO = % 1.0)

Yıllık üretim kapasitesinin 50.000 ton/yıl'dan 200.000 ton/yıl'a kadar artırılarak risk analiz modelinin çözülmesiyle, Şekil 6'daki sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 6'dan da izlenebileceği gibi, düşük sınır % SiO₂ değerlerinde, üretim kapasitesi artarken risklilik de artmaktadır. Ancak, % 1.0'den büyük sınır % SiO₂ değerlerinde ise kapasite artışı karşısında risklilik seviyesinde önemli değişimler söz konusu olmamaktadır.

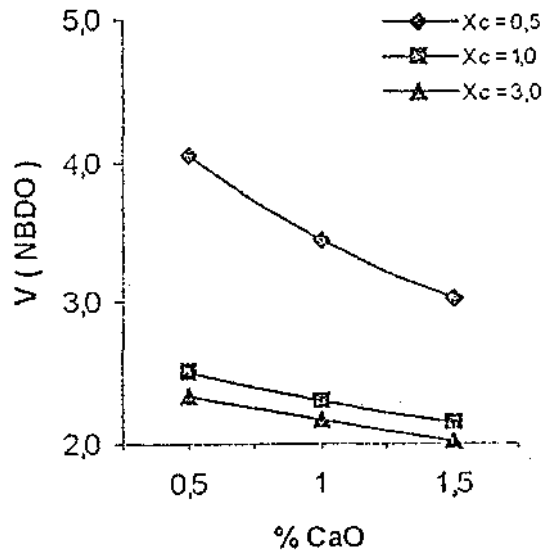


Şekil 6. Sınır % SiO₂ ve yıllık üretim kapasitesi (C) değişimi karşısında risk ölçütündeki V(NBDO) değişim (CSF = 2 Milyon TL/ton, Rezerv = 1 Milyon ton, Dekapaj = 200.000 m³, CaO = % 1.0)

Şekil 7'den de izlenebileceği gibi, sınır % SiO₂ değerinin ve cevher rezervinin küçük olduğu durumlarda risk yüksek olmaktadır. Sınır % SiO₂ değerinin % 1'den ve cevher rezervinin 500.000 ton'dan büyük olduğu durumlarda risk seviyesi fazla değişmemektedir.



Şekil 7. Sınır % SiO₂ ve cevher rezervi değişimi karşısında risk ölçütündeki V(NBDO) değişim (CFS = 2 Milyon TL/ton, üretim kapasitesi = 50.000 ton/yıl, Cao = % 1.0)



Şekil 8. Sınır % SiO₂ ve %CaO oranı değişimi karşısında risk ölçütündeki V(NBDO) değişim (CSF=2 Milyon TL/ton, üretim kapasitesi = 50.000 ton/yıl, Rezerv = 500.000 ton, Dekapaj = 100.000 m³)

Şekil 8'den de izlenebileceği gibi, sınır % SiO₂ değeri ve ortalama % CaO değeri artarken risklilik azalmaktadır. Ancak, sınır SiO₂ ve ortalama % CaO değerlerinin düşük olduğu durumlarda risklilik oldukça yüksek iken, sınır SiO₂ değerinin % 1.0'den daha fazla artırılmasının risk seviyesini düşürmeye büyük bir etkisi olmamaktadır.

5. SONUÇ

Günün ekonomik ve teknolojik koşullarına göre uygulanacak sınır % SiO₂ değerleri, cevher rezerv büyüklüğünü, maden tükenme ömrünü, ortalama % SiO₂ değerini, cevher kalite katsayısı ve dolayısıyla da cevher satış fiyatlarını belirlemesi nedeniyle, manyezit maden yataklarının işletilebilirliğinde etkili olan karar değişkenleridir.

Belirlilik koşullarında, sınır % SiO₂ karar değişkeninin optimizasyonu ile manyezit maden yatağı en büyük karlılıkla işletilebilmektedir. Sınır % SiO₂ kararları optimizasyonunda, kontrol edilemeyen değişkenlerin tahmininde belirsizliklerin olması ve belirsizlik boyutlarının belirlenmesi halinde ise, karar seçeneklerinin riskliliğinin de ölçülmesi gerekmektedir.

Monte Carlo Benzetim Yöntemi temelinde geliştirilen risk analiz modeliyle, belirli oranlarda belirsizlik içeren kontrol edilemeyen gelir-gider değişkenlerinden rassal örneklemeler yaparak, karlılık ölçütlerini belirli sayıda hesaplamak ve karlılık ölçütleri dağılım parametrelerini belirlemek mümkündür. Karlılık ölçütleri dağılım parametrelerinden değişkenlik katsayısını ise risk ölçütü olarak ele alıp, sınır % SiO₂ karar seçeneklerinin riskliliğini belirlemek mümkün olmaktadır.

Manyezit maden yatakları işletme projelerinin hazırlanması sırasında sınır % SiO₂ kararlarının riskliliği de ölçülerek, gelecekteki belirsizlik koşullarına uyumlu ve daha az riskli sınır % SiO₂ kararlarını almak mümkündür.

KAYNAKLAR

DOWD, P.A., .1976; "Application of Dynamic and Stochastic Programming to Optimize Cutoff Grades and Production Rates", Trans. Inst. Min. Metali, (sect.A), January 1976, s. A22-3.1

KONUK, A.. 1988; "Madencilik Yatırım Kararlarında Risk, Analizleri ve Sınır Tenor Uygulamaları", (Doktora Tezi); Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 219 s.

LANE, K.F.V 1964, "Choosing the Optimum Cutoff Grade", Colorado School of Mines Quarterly, 59 (4), s. 81 1-829

NAPIER, J.A.L., 1983, "The Effect of Cost and Price Fluctuations on the Optimum Choice of Mine Cutoff Grades", Journal of the South African Inst. Min. Met., June 1983, s. 117-125

TAYLOR, H.K., 1972; "General Background Theory of Cutoff Grades", IMM-Transactions, Vol.81 ,s.A160-179

YI, R. and STURGUL, JR., 1987, "Analysis of Cutoff Grades Using Optimum Control Theory", Proceeding of the Twentieth Int. Symp. on the APCOM. Vol 3 : Geostatistics, Johannesburg, SAIMM, s. 263-269

TÜRKİYE'DE,
MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE,
İLK VE TEK

TS-EN-ISO 9001



KALİTE SİSTEM BELGESİ ALAN KURULUŞ

KALEMADEN

Endüstriyel Hammaddeler San. ve Tic. A.Ş.

TSE **KALİTE SİSTEM BELGESİ** **TSE**
QUALITY SYSTEM CERTIFICATE
EK / APPENDIX

Belge No / Certificate No: KG 478 / 97	Belge Tarihi / Date of Certificate: 07.03/1997
Belgeli Firma Adı, Adresi Name and Address of the certified firm:	KALEMADEN ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER SANAYİ VE TİCARET A.Ş. ÇANAKKALE / TÜRKİYE
Belge Kapsamı : TS-EN-ISO 9001	Scope of the Certificate : TS-EN-ISO 9001
<ul style="list-style-type: none">* Kri* Kaolin* K-Feldspat* Na-Feldspat* Mazmor* Kuvars* Filit Taşı* Değirmen Taşı* Silis Kumru* Dolomit* Wollastonit	<ul style="list-style-type: none">* Clay* Kaolin* K-Feldspat* Na-Feldspat* Marble* Quartz* Flintpebbles* High-Lime Stones* Silica Sand* Dolomite* Wollastonite
Tasarım ve Üretim	

OFFICE CENTER (MERKEZ OFİS)

17430 Semedell Köyü ÇAN - ÇANAKKALE Tel: +90.286.437 13 30 (10 Hat) Fax: +90.286.437 13 40

AEGEAN REGIONAL MANAGEMENT (EGE BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ)

Atatürk Mah. Bandırma Cad. No: 32/1 10020 BALIKESİR Tel: +90.266.245 38 24 - 241 17 90

Fax: +90.266.244 74 85

MARMARA REGIONAL MANAGEMENT (MARMARA BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ)

Dudullu Kale Seramik Binası, Atatürk Cad. 81620 ÜMRANIYE - İSTANBUL

Tel: +90.216.313 19 58 - 59 - 364 46 76 Fax: +90.216.364 15 21

EXPORT MANAGEMENT (İHRACAT MÜDÜRLÜĞÜ)

Eski Üsküdar Yolu Topçu İbrahim Sk. Bodur Apt. No: 23/3 81200 İÇERENKÖY - İSTANBUL

Tel: +90.216.463 14 40 - 41 Fax: +90.216.372 55 48