

AÇIK İŞLETME BASAMAKLARI TENÖR KONTROLÜNDE JEOİSTATİSTİKSEL TAHMİN MODELİ SEÇİMİ

Hakan AK¹, Adnan KONUK²

ÖZET: Bu çalışmada Kütahya Gümüşköy gümüş madeninde arama sondajı tenör verilerinden faydalanılarak, iki farklı jeoistatistiksel tahmin yöntemi ile işletilmekte olan basamağa tenör tahminleri yapılmış ve basamakta açılan herbir patlatma deliğinden alınan gerçek gümüş tenör değerleri ile karşılaştırılmıştır. Ordinary ve Simple kriging tahmin yöntemlerinin karşılaştırılabilmesi için en çok kullanılan karşılaştırma normlarından olan korelasyon katsayısı (r), blok faktörü (BF), değişkenlik katsayısı (V_e) ve kriging ağırlıklı hata (WSE) yöntemlerinden faydalanılmıştır. Jeostatistiksel tahmin modellerinin birbirine olan üstünlükleri bu normlara göre yorumlanmış ve uygun olan yöntemin seçimi yapılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Jeostatistik, Kriging, Tenör tahmini.

THE SELECTION OF GEOSTATISTICAL PREDICTION MODEL IN GRADE CONTROL OF THE OPEN PIT BENCH

ABSTRACT: In this study, using the silver grade data from the exploration drillings in the Kutahya Gumuskoy silver mine, grades were estimated with two different geostatistical estimation methods and the results were compared with true silver grade data obtained from bench blasting holes. In order to compare ordinary and simple kriging methods, correlation coefficient (r), block factor (BF), variability coefficient (V_e) and kriging weighted error (WSE) norms were used. Based on these norms, the superior of geostatistical estimation models was interpreted and the optimum method was selected.

KEYWORDS: Geostatistic, Kriging, Grade estimation.

^{1,2} Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,
Maden Mühendisliği Bölümü, Batı Meşelik, 26480 ESKİŞEHİR

I. GİRİŞ

Arama sondajı verilerinden yararlanarak, bir maden yatağının planlanması için gerekli parametrelerin jeolojik ve coğrafik dağılımı yönünden doğru hesaplanmasının önemi, her türlü madencilikte uzun zamandan beri bilinmektedir. Henüz işletmeye geçilmemiş ocaklarda arama sondajları yardımıyla soyut olarak basamaklar oluşturularak, varsayılan basamakların blok tenörünü tahmin etmek, işletmenin geleceği açısından çok önemli olmaktadır. Bunu yapabilmek için de çeşitli jeostatistiksel tahmin modellerinden faydalanılmaktadır.

Bu çalışmada Kütahya 100. Yıl Gümüş Madeni İşletmesi arama sondajlarının ve basamak patlatma deliklerinin tenör analizi, jeostatistiksel yöntemleri kullanan GEO-EAS (Geostatistical Environmental Assessment Software) programı yardımıyla yapılmıştır. İlk aşama olarak arama sondajları ile Gümüşköy gümüş yatağının yönsel değişimi, etki mesafesi ve anizotropi oranları variogram analizleri yardımıyla bulunmuştur. Daha sonraki aşamada ise variogram analizlerinden elde edilen kriging parametrelerini kullanarak basamak patlatma deliklerini içine alan ve soyut olarak tanımlanan bölgelere arama sondajları yardımıyla Ordinary ve Simple kriging yöntemleri ile tahminler yapılmıştır. Son aşama olarak ise sonuçlar mukayese edilmiş ve aralarındaki farklılıklar tartışılmıştır.

II. JEOİSTATİSTİKSEL TAHMİN MODELLERİ

Jeoistatistiksel bir tahmin modeli olan kriging, bir bloğun değişken değerini (tenör, kalınlık, kalori, kül, su vb.), bloğun kendi içindeki ve çevredeki örnek değerleri setinin doğrusal birleşimi olarak tahmin etmede kullanılan bir yöntemdir.

Kriging yönteminin amacı, blok çevresindeki ve içindeki örnek değerlerinin bloğa atanmasıyla, blok değerinin tahminindeki hataların varyansını en küçükmektir. Bu amaçla da, kriging yöntemiyle blok içindeki ve çevredeki örnek değerlerinin blok değerine etkisini açıklayan ağırlık katsayıları bulunmaya çalışılır. Bu ağırlık katsayıları, tahmin varyansını en küçükleyecek bir kombinasyonu içerir. Çalışmada kullanılan jeostatistiksel tahmin modellerinden Ordinary ve Simple kriging yöntemleri aşağıda detaylı bir şekilde anlatılmaktadır.

II.1 Ordinary kriging

Ordinary kriging, blok modellemeler için kullanılan jeostatistiksel bir yöntemdir. Doğrusal bir yöntemdir ve bu nedenle doğrusal ağırlıklı ortalamalara bağlı bir tahminci olarak ifade edilebilir. Ordinary kriging'in temel prensipleri şunlardır:

- Değişken değeri tahmin edilecek blok içinden alınan örnekler söz konusu bloğun değişken değerinin tahmin edilmesinde kullanılır.
- Alınan örneklerin, değişken değerinin uzaysal değişkenliğini yansıtan ağırlık katsayıları belirlenir.
- Blok tahminlerini yapmak için ağırlıklı ortalamalar hesaplanır [1].

Ordinary kriging yöntemi, veri değerlerinin doğrusal birleşimi ile bir panonun değişken değerinin tahmin edilmesinde kullanılmaktadır [2].

Değişken değeri tahmin edilmeye çalışılan v hacimli bloğun değeri aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir:

$$Z_v^* = \sum_{i=1}^n W_i \cdot Z(S_i) \quad (1)$$

Burada; Z_v^* v hacimli bloğun merkezine atanan tahmini değişken değeri, n örnek sayısı, $Z(S_i)$ S_i örneğinin gerçek değişken değeri, W_i ise $Z(S_i)$ değerli S_i örneğinin ağırlık katsayısıdır [3].

Ağırlık katsayılarının değeri iki şart ile saptanır:

- Ağırlık katsayılarının toplamı 1'e ($\sum_{i=1}^n W_i = 1$) eşittir.
- Ağırlık katsayıları, tahmin varyansını en küçükler.

Tahmin varyansını en küçükleyen ağırlık katsayıları (W_1, W_2, \dots, W_n), aşağıdaki kriging sisteminin çözümü ile elde edilir.

$$\sum_{i=1}^n W_i \cdot \bar{\gamma}(S_i, S_j) - \lambda = \bar{\gamma}(S_i, v) \quad i=1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1 \quad (3)$$

Burada; $\bar{\gamma}(S_i, S_j)$ herhangi bir S_i ve S_j noktaları arasındaki ortalama kovaryans, $\bar{\gamma}(S_i, v)$ herhangi bir S_i ve tahmin edilen v bloğu arasındaki ortalama kovaryans, λ ise ağırlık katsayılarının toplamının 1'e eşit olması için sisteme yerleştirilen lagrange çarpanıdır.

Kriging varyansı aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir.

$$\sigma_k^2 = \bar{\gamma}(v, v) + \lambda - \sum_{i=1}^n \bar{\gamma}(S_i, v) \quad (4)$$

Burada; $\bar{\gamma}(v, v)$, tahmin edilen blok içindeki herhangi iki nokta arasındaki ortalama kovaryansdır.

II.2. Simple kriging

Maden yatağı değişken değeri ortalamasının bilindiğinin varsayıldığı durumda kriging tahmincisi aşağıdaki şekli alır [2].

$$Z^* = \sum_{i=1}^n W_i \cdot [Z(S_i) - M] + M \quad (5)$$

$$Z^* = \sum_{i=1}^n W_i \cdot Z(S_i) + M \left(1 - \sum_{i=1}^n W_i \right) \quad (6)$$

Burada; M maden yatağının ortalama değişken değeridir.

Tahmin edilen blok için en küçük tahmin varyansını veren ağırlıklar (W_1, W_2, \dots, W_n), aşağıdaki kriging sisteminin çözümü ile elde edilir.

$$\sum_{i=1}^n W_i \cdot (S_i, S_j) = \bar{\gamma}(S_i, v) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

Simple kriging yönteminde tahmin varyansı ise aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$\sigma_{ks}^2 = \bar{\gamma}(v, v) - \sum_{i=1}^n W_i \cdot \bar{\gamma}(S_i, v) \quad (8)$$

III. TAHMİN SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Jeoistatistiksel çalışmalarda, gerçek değişken değerleri ile tahminlerin karşılaştırılmasında birçok yöntem önerilmektedir. Aşağıda sırasıyla bu karşılaştırmalarda önerilen yöntemler tanıtılmaktadır.

III.1. Regresyon-korelasyon analizi

Kriging tahmin yöntemlerinin karşılaştırılmasında en sık başvurulan yöntemlerden birisi regresyon-korelasyon analizleridir [4]. Bu analizlerde, gerçek ve tahmini değişken değerleri iki değişkenli dağılım gibi düşünülmekte ve herhangi birisi bağımlı (Y) ve diğeri bağımsız (X) değişken olarak ele alınmaktadır. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arası $Y = a+bX$ şeklindeki basit doğrusal ilişkinin regresyon katsayıları (a: sabit ve b: eğim) hesaplanarak, değişkenler arası regresyon ilişkisi belirlenmektedir. Değişkenler arası ilişkinin (gerçek ile tahmini değişkenlerin) regresyon doğrusu boyunca gösterdiği dağılım, değişkenler arası ilişkinin güçlülüğünün ve zayıflığının bir göstergesidir. Değişkenler arası ilişkinin derecesini açıklayan korelasyon katsayısı;

$$r = \frac{\sum (X - \bar{X}) \cdot (Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 \cdot (Y - \bar{Y})^2}} \quad (9)$$

eşitliği yardımıyla hesaplanabilmektedir. Korelasyon katsayısının (r) ± 1 'e yaklaşması halinde değişkenler arası ilişkinin güçlendiği, 0'a yaklaşması halinde ise zayıfladığı söylenebilir. Tahmin yöntemlerinin seçimi sırasında, mutlak değerce

korelasyon katsayısı en büyük olan (+1'e en yakın), en iyi yöntem olarak tanımlanabilir.

III.2. Blok faktörü

Gerçek ile tahmini değişkenlerin istatistiksel ortalamasına bağlı olarak;

$$BF = \frac{Z_m^*}{Z_m} \times 100 \quad (10)$$

eşitliği ile hesaplanan blok faktör (BF), gerçek ile tahmini değişkenlerin dağılımlığının küresel eğiliminin bir göstergesidir [2]. Burada; Z_m gerçek değişkenlerin aritmetik ortalamasını, Z_m^* tahmini değişkenlerin aritmetik ortalamasını göstermektedir.

Blok faktörünün (BF) 100 olması, gerçek ile tahminlerin ortalamalarının aynı olduğunu, 100'den büyük olması tahminlerin ortalamasının gerçek değerlerden daha büyük ve 100'den küçük olması ise tahminlerin ortalamasının gerçek değerlerden küçük olduğunu açıklamaktadır. Blok faktörünün 100'den uzaklaşması, tahminlerin gerçek değişken değerlerini yansıtmadığının bir göstergesi olmaktadır. Bu nedenle, tahmin yöntemlerinin karşılaştırılması durumunda, BF = 100'e en yakın yöntem, en iyi tahmin yöntemi olarak değerlendirilebilmektedir.

III.3. Hataların değişkenlik katsayısı

Kriging tahminlerinin karşılaştırılması için diğer önemli bir istatistik, gerçek değişken değerleri ile tahminler arası mutlak farklardır. Gerçek ile tahminler arası mutlak farkların istatistiksel ortalamasına "tahminlerin ortalama hatası (Ee)" ve standart sapmasına ise "tahminlerin standart hatası (Se)" denilmekte olup, bunlar aşağıdaki eşitliklerle ifade edilmektedir.

$$Ee = \frac{\sum |x - y|}{n} \quad (11)$$

$$Se = \sqrt{\frac{\sum (x - y)^2}{n}} \quad (12)$$

Burada; x gerçek değişken değeri, y tahmini değişken değeri ve n ise karşılaştırılan değişken değeri sayısıdır. Tahmin yöntemlerinin karşılaştırılması sırasında, en küçük ortalama ve standart hatayı veren yöntem, en iyi yöntem olarak tanımlanabilir. Ancak, ortalama ve standart hataların birbirinden farklı yöntemleri eniyileme eğiliminde olması durumunda;

$$Ve = \frac{Se}{Ee} \quad (13)$$

eşitliği ile hesaplanan “hataların değişkenlik katsayısı”na (Ve) bakarak karar vermek gerekir. Bu durumda Ve katsayısı en küçük olan yöntemi, en iyi yöntem olarak tanımlamak gerekmektedir.

III.4. Kriging ağırlıklı hata

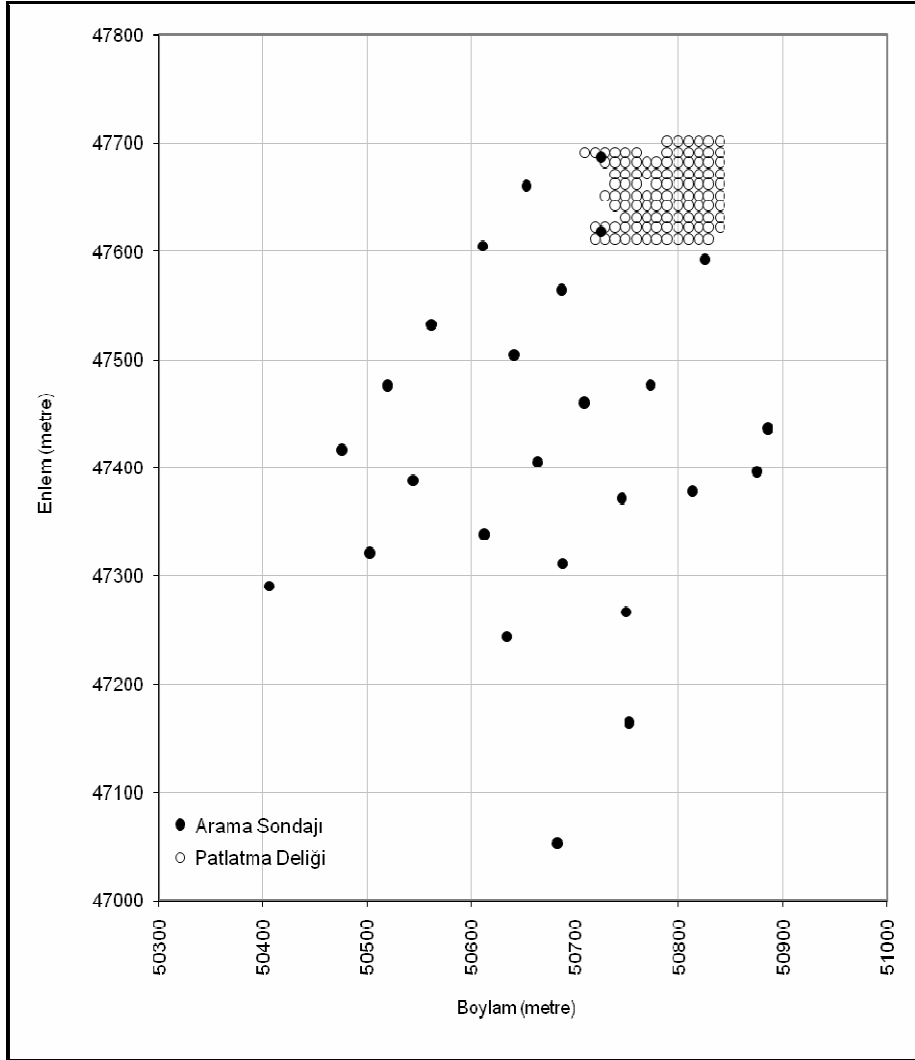
Kriging yöntemleriyle yapılan değişken tahminlerinde, tahmin yöntemlerinin hata boyutunu belirlemede, her bir tahminin kriging varyansını da dikkate alan “kriging ağırlıklı hata (WSE)” yöntemi kullanılabilir [5].

$$WSE = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{E_i^2}{G_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{G_i^2}} \quad (14)$$

Burada; E_i gerçek ve tahmini değişken değerleri arası farklar, G_i i 'inci nokta veya bloğa yapılan değişken tahmininde meydana gelen kriging standart sapması değeridir. Tahmin yöntemlerinin karşılaştırılması sırasında, en küçük kriging ağırlıklı hatayı sağlayan yöntem, en iyi yöntem olarak seçilebilir.

IV. UYGULAMA ÇALIŞMASI

Bu çalışmada, Kütühya-Gümüşköy gümüş madeni işletmesinde rezerv tespiti amacıyla açılmış olan arama sondajı verileri kullanılarak, maden yatağındaki açılmış olan bir basamaktaki tenör tahmininin jeostatistiksel yöntemlerle yapılabilirliği ve kriging tahmin yöntemlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Şekil 1'de arama sondajları ve basamak patlatma deliklerine ait koordinatlar görülmektedir.



Şekil 1. Arama sondajları (26) ve basamak patlatma deliklerinin (109) konumları [6].

IV.1. İstatistiksel analizler

Gümüşköy gümüş madeni yatağında, 50 adet arama sondajı ve üretim faaliyetleri sırasında basamaklardan birinde açılan 109 adet patlatma deliği lokasyonlarından faydalanılarak bu çalışma yapılmıştır. Arama sondajlarının basamak seviyelerine karşılık gelen ortalama tenör değerlerini hesaplamak amacıyla yapılan çalışma sonucunda, 50 adet arama sondajından 44 adedinin üretim yapılan basamak patlatma seviyesini kestiği belirlenmiştir. Ancak, basamak seviyesini geçen arama sondajlarından 26 adedi cevher kesmiştir. Arama sondajlarının basamak seviyelerinde kestiği cevher kütleleri ve basamak patlatma deliklerinden alınan cevher örneklerinin ortalama tenörleri ve diğer istatistiksel dağılım parametreleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Basamak seviyesinde arama sondajlarının kestiği cevher kütleleri ve basamak patlatma delik örneklerinin istatistiksel dağılım parametreleri [6].

İstatistiksel parametreler	Arama sondajları	Basamak patlatma delikleri
Aritmetik ortalama	98,57	288,61
Standart sapma	113,89	182,92
Medyan ortalama	55,02	236,00
Minimum tenör	2,93	44,00
Maksimum tenör	426,80	725,00
Değişkenlik katsayısı	1,16	0,63
Örnek sayısı	26	109

IV.2. Semi-variogram modelleme ve kriging tahmini

Basamak seviyelerini kesen arama sondaj tenör değerleri için iki boyutlu semi-variogram model parametreleri belirlenmiş ve bu parametrelerin kullanıldığı ordinary ve simple kriging tahmin yöntemlerinden faydalanılarak basamak patlatma deliklerinin olduğu bloklara (10x10 m) tenör tahminleri yapılmıştır.

Arama sondajlarının variogram modelinin belirlenmesinde tüm veriler kullanılarak yönsel olarak modellemeler yapılmış ve kriging tahminlerinde kullanılacak olan model parametreleri belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Arama sondajı verileri için belirlenen variogram parametreleri [6]

	Semi-variogram ve kriging elips parametreleri
Nugget (C_0)	500
Sill (C)	9300
Küçük etki mesafesi (a_{\min}) (m)	150
Büyük etki mesafesi (a_{\max}) (m)	190
Ana elips eksen açısı	90°
Elips araştırma mesafesi (A) (m)	170

Kriging tahminleri, Çizelge 2'deki variogram parametrelerinden faydalanılarak Ordinary ve Simple kriging tahmin yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Arama sondaj verileri kullanılarak, basamak patlatma deliklerinin bulunduğu noktalarda oluşturulan sanal bloklara (10x10 m) yapılan kriging tahminleri sonucunda elde edilen tahmini blok tenörlerinin istatistiksel dağılım parametreleri Çizelge 3'de olduğu gibidir.

Çizelge 3. Ordinary ve Simple kriging yöntemleriyle bloklara yapılan tahminlerin istatistiksel analiz sonuçları [6].

	Gerçek Basamak Tenörleri	Tahmini Basamak Tenörleri	
		Ordinary kriging	Simple kriging
Ortalama	288,61	233,46	221,67
Standart Sapma	182,92	89,64	98,13
Varyans	33460,35	8035,49	9630,09
Minimum	44	60,98	52,97
Maksimum	725	399,97	399,12
Medyan	236	226,24	221,87
Değişkenlik Katsayısı	0,634	0,384	0,443
Örnek sayısı	109	109	109

IV.3. Kriging tahmin yöntemlerinin karşılaştırılması

Kriging tahmin yöntemleri kullanılarak basamak patlatma deliklerini içine alan bloklara yapılan tahminler ile gerçek tenör değerleri arasındaki ilişkiler çeşitli normlara göre karşılaştırılmıştır (Çizelge 4). Buna göre; yapılan regresyon analizi sonucunda, gerçek ve tahmini tenör değerleri arasındaki korelasyon katsayısı (r), Simple kriging yöntemi ile yapılan tahminde diğer yöntemlere göre biraz daha yüksek çıkmıştır (1'e yakın olan). Dolayısıyla Simple kriging yöntemi ile yapılan tahminler sonucunda, gerçek tenör değerlerine daha yakın sonuçlar elde edilmektedir.

Çizelge 4. Kriging tahmin yöntemlerinin çeşitli normlara göre karşılaştırılması [6].

Tahmin Yöntemi	Karşılaştırma Yöntemi			
	Korelasyon katsayısı (r)	Blok faktörü (BF)	Değişkenlik katsayısı (Ve)	Kriging ağırlıklı hata (WSE)
Ordinary kriging	0,7077	80,89*	1,330*	26448,70*
Simple kriging	0,7134*	76,81	1,339	26550,72

* Diğerine göre üstün olan kriging tahmin yöntemini gösterir

Blok faktörüne (BF) göre yapılan karşılaştırmada ise görüldüğü gibi 100'e en yakın faktör değeri Ordinary kriging yöntemiyle yapılan tahminler sonucunda elde edilmiştir. Dolayısıyla, Ordinary kriging yönteminin yapılan tahminlerde diğer yönteme göre daha iyi sonuç verdiği sonucu çıkmaktadır.

Değişkenlik katsayısına (V_e) bağlı olarak yapılan değerlendirmede ise yine Ordinary kriging yöntemiyle yapılan tahminlerin diğer yönteme göre daha yüksek doğrulukta olduğu söylenebilir (1'e en yakın değer olduğundan).

Son olarak kriging ağırlıklı hata (WSE) yöntemine göre yapılan karşılaştırmada ise en küçük kriging ağırlıklı hatayı sağlayan yöntemin Ordinary kriging yöntemi olduğu görülmektedir. Kısacası kriging ağırlıklı hata yöntemine göre, Ordinary kriging tahmin yönteminin gerçek değerlerin tahmininde daha uygun bir yöntem olduğu sonucu çıkmaktadır.

Kriging tahmin yöntemlerinin tahmin hatalarının karşılaştırılmasında kullanılan korelasyon katsayısı yöntemi, diğer yöntemlerden farklı olarak Simple kriging yöntemini eniyilemektedir. Bu farklılık, basamak patlatma delikleri gerçek ve tahmini tenör değerleri arasında kurulan regresyon modelinin ortalama değerleri tahmin etmesinden ve Simple kriging yönteminin de maden yatağı ortalama tenör değerini temel almasından kaynaklanmaktadır. Bu durumda, korelasyon katsayısı ile karşılaştırma yönteminin, farklı kriging tahmin yöntemlerinin karşılaştırılmasında kullanılmasının hatalı değerlendirmelere neden olabileceğini söylemek mümkündür.

V. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kütahya Gümüşköy gümüş madeninde, arama sondajı tenör verilerinden faydalanılarak, günümüzde işletilmekte olan bir basamaktaki basamak patlatma deliklerinden alınan tenör verilerinin alınmış olduğu bloklara, jeostatistiksel tahmin modellerinden ikisi yardımıyla tahminler yapılmıştır. Ordinary ve Simple kriging tahmin yöntemleri kullanılarak basamak patlatma deliklerini içine alan sanal bloklara yapılan tenör tahminleri sonucunda, gerçek ve tahmini tenörler arasındaki ilişkinin derecesinin tespit edilmesi mümkün olabilmektedir. Her iki jeostatistiksel tahmin yönteminin farklı karşılaştırma normlarına göre değerlendirilmesi neticesinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Simple kriging yöntemi tahmin sonuçları ile gerçek tenör değerlerini karşılaştırmada korelasyon katsayısının kullanılabilmesi, fakat farklı kriging yöntemleri tahmin sonuçlarının karşılaştırılmasında ise korelasyon katsayısının hatalı değerlendirmelere neden olabileceği belirlenmiştir.
- Farklı kriging yöntemlerinin tahmin sonuçlarının karşılaştırılmasında, blok faktörü, değişkenlik katsayısı ve kriging ağırlıklı hata yöntemleri, aynı kriging yöntemini eniyilemektedir. Bu durumda, hesaplama kolaylığı açısından, kriging tahmin yöntemi seçiminde, blok faktörü (BF) karşılaştırma yönteminin kullanımı önerilmektedir.
- Bunun yanı sıra her iki jeostatistiksel tahmin yönteminde de özellikle korelasyon katsayısının 0.7 değerinin üzerinde olması, henüz işletmeye geçilmemiş ocaklarda arama sondajları yardımıyla ileriye dönük olarak oluşturulacak olan basamakların tenörünün yaklaşık olarak tahmin edilmesinde jeostatistiğin kullanılabilirliğinin en önemli göstergesidir.

KAYNAKLAR

- [1] http://www.qgeoscience.com/references_kriging.asp.
- [2] Thurston, M. And Armstrong, M., 1987, "The Application of Log Semi-variograms to the Kriging of Moderately Skew Raw Data", Twentieth International Symposium on the APCOM, Vol. 3, Johannesburg, SAIMM.
- [3] Brooker, P.I., 1979, Kriging, Engineering and Mining Journal, September, p. 148-153.
- [4] Kim, Y.C., Zhad, Y.X. and Roditis, I.S., 1987, Performance comparison of local recoverable reserve estimates using different kriging techniques, APCOM 87. Proceedings of the Twentieth International Symposium on the Application of Computers and Mathematics in the Mineral Industries, Volume 3: Geostatistics, Johannesburg, SAIMM, p. 65-82.
- [5] Konuk, A., 1988, Madencilik Yatırım Kararlarında Risk Analizi ve Sınır Tenör Uygulaması, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [6] Ak, H., 1998, "Etibank 100. Yıl Gümüş Madeni İşletmesinde Üretim Tenör Kontrolünün Arama Sondajlarıyla Yapılabilirliğinin Jeostatistiksel Analizi", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, p.88.

