
MAZIDAĞ ŞEMİKAN 2 BÖLGESİ P₂O₅ VERİLERİNİN JEOİSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ

GEOSTATISTICAL EVALUATION OF P₂O₅ DATA
MAZIDAĞ ŞEMİKAN 2 DISTRICT

Prof.Dr. Işık ÖZPEKER (*)

ABSTRACT

One of the most difficult problems facing geologists and mining engineers is that estimating ore reserves and determining the drill hole parameters for mineral deposits. Ore reserve and drill hole parameters estimates are usually required not only for the ore-body as a whole, but also for individual blocks within it to make possible adequate grade control during mining.

In this paper geostatistical analysis method and its advantages is briefly described. The application of this method to Mazıdağ phosphate deposit. In order to obtain P₂O₅ values is also explained. Finally, only results for Şemikan 2 district are given and discussed.

ÖZET

Jeoloji ve Maden Mühendislerinin sık sık karşılaştıkları problemlerden bir tanesi bir mineral yatağının rezervinin ve sondaj parametrelerinin hesaplanmasıdır. Rezerv ve parametrelerin hesaplanması sadece yatağın tümü için değil, madenin işletilmesi esnasında yeterli tenor kontrolüne imkan verecek şekilde cevher yatağındaki bloklar için de gerekmektedir.

Bu makalede jeostatistik yöntem ve avantajları kısaca... tanıtılmıştır. Ayrıca bu yöntemi kullanarak yapılan ve Mazıdağ fosfat yataklarının P₂O₅ değerlerinin hesaplanmasına yönelik uygulama açıklanmıştır. Sonuç olarak, sadece Şemikan 2 bölgesi ile ilgili veriler verilmiş ve tartışılmıştır.

(*) İ.T.Ü. Maden Fakültesi

1.GİRİŞ

Jeoistatistiksel yöntemin kullanılış diğer klasik istatistik yöntemlere göre daha avantajlıdır.Klasik tekniklerdeki "Rastgele Değişken" kavramına karşılık,jeoistatistiksel yöntemde "Bölgeselleştirilmiş değişken" kavramı ortaya atılmıştır.Özellikle mineral yataklarında rastlanan bu özellik her bir sondaj parametre değerinin topluluk içinde bulunduğu bölgenin özelliğini taşıdığı varsayımını kabul etmektedir.Bu nedenle jeoistatistiksel yöntemler mineral yataklarının jeolojisi,mineralleşmesi ve anizotropisi hakkında bilgi verebilmektedir.Diğer bir deyişle,bazı jeolojik kavramların sayısal olarak ifade edilmesini sağlarlar.Örneğin ;(1)sondaj numunelerinin etki sahaları (2)mineralleşmenin sürekliliği veya süreksizliği 3)anizotropi gibi.Jeoistatistiğin amacı tüm yatak içinde tespit edilen bloklara minimum hata ile parametre değerlerini atamaktır.

Jeoistatistik yöntem iki aşamadan oluşmaktadır.Birinci aşama söz konusu parametre ile ilgili variogram analizini yapmaktır.İkinci aşama ise elde edilen variogram parametre değerleri yardımı ile bloklara değer atama (kriging)işlemdir.

Variogram;aritmetik olarak basitçe sondaj numune değerleri arasındaki ortalama farkların,belirlenen aralıklar arasındaki grafiksel gösterimi olarak ifade edilebilir.Krigging ise,bu grafikten elde edilen variogram parametre değerleri yardımı ile sahadaki sondajların konumlarına göre

daha önceden belirlenmiş boyutlarda bloklara ayrılmış saha içinde herbir bloğa,yine sondajların etki mesafesi gözönüne alınarak belirlenen krigging yarıçapı için kalan sondajlar yardımı ve minumum hata ile değer atama işlemi olarak tanımlanabilir.Hesaplanan bu blok değerleri yöntemin özelliğinden dolayı süreklilik,anizotropi ve diğer jeolojik faktörleri kapsamaktadır.

2.MAZIDAĞI FOSFAT YATAĞININ JEOİSTATİSTİK YÖNTEM İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Mazıdağ fosfat yatağı sınırları saptanmış 6 ayrı işletme bloğu(Şemikan 1.Çîmikan 2,Şemikan 3,Şemikan 4,j?ısu 1.Arısu 2) ve iki fosfat katmanı Şemikan ve Kasrık'tan oluşmaktadır.Yapılan değerlendirmede tüm **bölgelerde** yararlı bileşen P2O5 in bu bölge içindeki dağılımı,jeoistatistiksel yöntem ile incelenmiştir.Bu makalede yalnız Şemikan 2 bölgesi değerlendirilmesi sunulmuştur.

^{P2O5} dağılımını incelemeden önce bazı kabuller yapılmıştır.Bunlar sırasıyla:

1.Sondaj,yarma,yarma kuyu ,arama galerisi gibi çalışmalarda^ sağlanan tüm veriler değerlendirilmiştir.

2.Veriler genelde düzensiz dağıldığından jeoistatistiksel değerlendirme karmaşıklaşmış.özel bilgisayar programı geliştirmek gerekmiştir.

3.P_{2O5} verileri kalınlık ağırlık ortalamalarıdır.

4.Tüm P_{2O5} analizleri değerlendirilmiştir.

3.P_{2O5} VARIÖGRAMI VE İSTATİSTİKSEL VERİLER

Veri azlığından ötürü her bölgenin ayrı varyogramı çizilememiştir.

Bu n»dı_nle Kasrık v, Sei lKİl t fnf + l rm T Hm Mazıdağ fo^fPt sa -
hacında rp^cut vr t l i- t "Vt rı vi^yoprai değerleri
nés ıplann s / h\ n ,< ıer eı :, y*,i iJU ibil>- F it-! teriler **çizilmiş-**
+ r.Rj nodtlierin * ı it -> _e<tf"± ııgı kahuj edilmiştir.A doğrultu-
s nd ,ı ı' M V <> n nokt^ çilelerinin P^O,- dereceleri
(Y r l ,i ,,a,, idak n ' < ,ıi ın PpCt değişim ortalaması
i""' vi iogram değeri

$$u(u, A) = \frac{N}{\sum_{i=1}^N} \frac{1}{2} (z(x_1 + u) - z(x_1)) |^2 / 2N (u, A) \quad (D)$$

eşitliği ile hesaplanır.Bu eşitlik A doğrultusunda,u uzaklığında düzenli
konumlanmış veriler ıçm geçe lıdır.Oysaki Mazıdağ fosfat yatakları
arama çalışmaları değerleri düzensiz dağılmaktadır.Düzensiz dağılmış
P 0 değerlerinin varyogramını hesaplamak için,A doğrultusunda
(A*dA),u uzaklığından da (U*du)kadar sapma gösteren çember dilimi
içindeki örnek çiftlerin de değerlendirilmesi öngörölmüştür.Böylece
ortalama vanogram hesaplanmıştır.Bu amaçla P₂O₅ dağılımının özelliği
Şemıkan ve Kasrık fosfat katmanları için ayrı ayrı araştırılmış,histog-
ramları çizilmiştir.Bu histogramlardan açıkça göröldüğü gibi her ıkı
katmanda da P₂O₅ dağılımı normal dağılıma uymaktadır.(Şekil 1 ve 2)Bu
nedenle jeoistatistik hesaplamada verilerin gerçek değerleri kullanılmış
tır.

Şemıkan 2 bölgesine ait katmanlara ve örneklemenin yapılış biçimine
gore verilerin istatistiksel dokumu çizelge'1 de sergilenmektedir.Sonuç-
lar incelendiğinde bazı özellikler belirlemektedir.Yarma,yarma kuyu ve dik
kuyu arama çalışmalarından sağlanan veriler,aynı bölge de sondajlara da-
yanarak elde edilenlerden daha yüksek P-CU ortalamaları vermektedir.Bu
durum birkaç biçimde yorumlanabilir.Yarma,yarma kuyu ve dik kuyular:

1-Fosfatça zengin bölgelerde açılmışlardır.

2-Belırlı bir sistematik içinde açılmışlardır.fakat örneklemeler fosfatça zengin bölümlerden yapılmıştır.

3-Kuyular gerçek durumu daha iyi yansıtmaktadır.

4-Sondaj karot verimler: beklenilenden düşüktür.Fosfat kırılğan olduğu için kırıntıya daha fazla geçmiştir.

5-Sondajlar rastlantı sonucu fosfatça daha düşük bölgelerde açılmışlardır

6-Sondajlar gerçek durumu daha iyi yansıtmaktadırlar.

7-Sondaj ve kuyuların birlikte değerlendirilmesi gerçeğe daha yakın sonuç verir.

Table - 1 P₀ statistical data of Şemikan 2 district

Çizelge -1 Şemikan 2 bölgesi P₀ istatistiksel verileri

Bölge ve , J_ katman	Veri türü		ΣX	ΣX^2	\bar{x}	S
. Ş 2 Şemikan	y.kuyu	65	1490.0	37475.4	22.92+1.49	7.20
(DŞ2 "	y.kuyu	5	128,6	333H.9	25.72+2.35	2.46
(2)Ş2 "	(1)+(2)	70	1618.6	40806,3	23,12+1.40	7,00
Ş2 Kasrık	sondaj	25	510.4	11074.0	20.42+1.78	5.22

Arazi çalışmaları esnasındaki gözlemlerimize dayanarak ve ilk 6 yorumu tahkik edebilecek elimizde veri ve kanıt olmadığı, hesaplamalar için yeterli veri çifti sağlanamadığı için .sonuncu varsayımın daha gerçekçi olabileceği benimsenerek, variogram ve krigging değerlendirilmelerinde tüm veriler kullanılmıştır.

Mazıdağ fosfat yatakları Kasrık ve Şemikan fosfat katmanları varyogram değerleri, eşitlik 10 uyarınca, bilgisayar merkezimizde VARIO adlı paket program kullanılarak hesaplanmıştır. Varyogram değerlerini en iyi temsil eden model eğriler, en küçük kareler yöntemiyle uyarlanmışlardır. (Şekil 3-4) Çizelge 2 de verilen heriki katmana ait varyogram parametrelerinin küresel modele daha uygun olduğu tespit edilmiştir.

Küresel model :

$$v(u) = C_0 + C_1 \left[\left(\frac{3u}{2a} \right) - \left(\frac{u^3}{2a^3} \right) \right] \quad u < a \quad (2)$$

$$v(u) = C_0 + C_1 = C \quad u > a \quad (3)$$

eşitlikleriyle verilir. C toplam varyans. C külçe etkisidir. Değişkenin rastlantısal ve kestirilemeyen bileşenin varlığını gösterir., a etkinlik alanıdır.

Çizelge 2 P-jC Variyogram Parametre Değerleri

Katman	C	C ₀	C ₀ /C	a (m)
Şemikan	38	22	0.58	180
Kasrık	28	13	0.46	650

Şemikan fosfat katmanına ait veri sayısı daha çok olduğundan varyogram değerlerine model eğri çok iyi uyarlanmıştır.Kasrık fosfat katmanında ise veri sayısız,özellikle veriler arası uzaklık fazla olduğundan kısa mesafelerde elde edilen numune çifti sayısı azaldığından,model eğri,varyogram değerlerine Şemikan kadar iyi uyarlanamamıştır.C₀/C heriki katmanda da oldukça büyüktür,kestirilemeyen rastlantısal bileşenin etsinin önemi gösterir.

4.P 0 KRİGGİNG DEĞERLERİ

x,y,z koordinatları belli noktalardaki örneklemlerden sağlanan herhangi bir değişkenle,örneğin konumuz olan P005 dereceleriyle ilişkin verilere dayanarak,merkez koordinatları X₁ ,y₁,Z₁ olan bir bloğun PpOgderecesini kestirimde verilerin etkinlik derecelerini saptamak gerekir.Bu amaçla çeşitli hesaplama teknikleri geliştirilmiştir.Klasik yöntemlerde,örnek noktaların blok merkezine uzaklıkları gözetilmeksizin örneklerin bloğu eşit veya uzaklıklar gözönüne alınark,uzaklıklarla veya uzaklıkların karele-

riyle etkii.cukleri varsayılır.Bu yöntemler günümüzde de kullanılmaktadır. Ancak bu tür kestirimler çoğu durumda minimum varyansı sağlayamamakta,sistematik hata taşıyabilmektedirler.Krigging tarafından geliştirilen ve bu adla anılan yöntemle,örneklerin etki oranları saptanırsa aşağıda belirlediğimiz avantajlar sağlanır.

- 1.Krigging her zaman sistematik hata yapmayan en iyi kestirim yöntemidir.
- 2.Eğer uygun bir varyogram modeli geliştirilmişse ve sistem doğru oturtulmuşsa krigging sisteminin çözümü tektir.
- 3.Eğer örnekleme yapıldığı noktada derece kestirimi yapılmak isteniyorsa krigging sistemi gerçek örnek değerini verir ve krigging varyansı sıfırdır.

Bu üstünlüklerinden ötürü bu çalışmada krigging sistemini benimsedik ve uyguladık.Bu sistemde gerçek P_0 derecesi bilinmeyen bir bloğun P_0 derecesinin P_0 dereceleri .bilinen n sayıdaki verinin $a(i=1, \dots, n)$ ağırlıklı ortalamaları hesaplayarak en iyi biçimde kestirileceği varsayılır.Bu amaçla varyogram modeline dayanılarak,veri ağırlıklarının ve blok verilerin geometrik konumun işlevi olan uzanım varyansını, " $a^=1$ durumunda

$a_1=1$ minimize eden ağırlıklar seti hesaplanır.Böylece n bilinmeyenli $(n+1)$ lineer denklem elde edilir.Sistemi dengelemek için diğer bir bilinmeyen Lagrange çarpanı eklenir ve uzanım varyansını minimize etmek yerine,ger-

$$s_u^2 = \sum_{i=1}^n a_i (s_i - \bar{s})^2 \quad (4)$$

a_1, a_2, \dots, a_n ve λ ya göre minimize edilir.Krigging için kullanılacak eşitlikler:

$$s_u^2 = 2\bar{\psi}(S,A) - \psi(S,S) - \psi(A,A) \quad (5)$$

A, P_0 derecesi kestirilecek blokjs örnek kuyu veya bondaj- $o(S,A)$ örneği ile k bloğunun her noktası arasındaki varyogram değeri ortalaması; $u(S,b),s$ örneğinin her noktasının, s örneğinin her noktası arasındaki varyogram değeri ortalaması; $v(A,A),A$ bloğu içindeki her noktanın A bloğu içinde her noktası arasındaki varyogram ortalamasıdır.

$$\sum a_i - 1 = 0$$

$$a_1 v(S_1, S_1) + a_2 v(S_1, S_2) + \dots + a_n v(S_1, S_n) + \lambda = u(S_1, A) \quad (6)$$

$$a_1 v(S_2, S_1) + a_2 v(S_2, S_2) + \dots + a_n v(S_2, S_n) + \lambda = u(S_2, A)$$

$$\begin{array}{cccc} " & " & " & " \\ " & " & " & " \end{array}$$

$$a_1 v(S_n, S_1) + a_2 v(S_n, S_2) + \dots + a_n v(S_n, S_n) + \lambda = u(S_n, A) \quad (7)$$

$$a_1 + a_2 + \dots + a_n = 1$$

Yukarıda belirtilen lineer denklem takımlarını çözmek ve uzanım varyansını minimize etmek için X Blok adlı bilgisayar programı hazırlanmış her bölgede Kasrık ve Şemikan fosfat katmanlarına ait krig edilmiş blok değerleri kestirilmiş ve bunlara dayanılarak eş P_0 eğrileri çizilmiştir. Bu çalışmada bu eğriler verilmemiştir.

Şemikan 2 Bölgesine ait Krigging blok değerleri şekil 5 ve şekil 6 da sunulmuştur.

Aynı bölgeye ait blok istatistik değerleri Çizelge:4 te verilmiştir.

Jeoistatistik kestirimin başarısı,verilerin düzenli dağılımına,veri yoğunluğuna ve veri yoğunluğunun dağılım düzenliliğine bağlıdır.Bu faktörler optimal blok boyutlarını ve krigging yarıçapını etkiler.Bu nedenle Şemikan 2 bölgesinde blok büyüklüğü 100x100 m olarak alınmıştır.

Bölgenin istatistiksel ve jeoistatistiksel bulguları,(Çizelge 1,Çizelge 4) karşılaştırıldıklarında istatistiksel ortalama varyansların diğerlerinden daima büyük olduğu görülmektedir.Bu doğal sonuçtur.

5.SONUÇLAR

1.Şemikan ve Kasrık fosfat katmanlarının P 0 model varyogramlarının küresel modele uydukları saptanmıştır.

Şemikan fosfat katmanı için varyiyogram modeli:

$$\begin{aligned} \nu(u) &= 22+16 \left[(1.5 U /180) - (0.5 U^2 / 180^2) \right] & U \leq 180 \text{ m} \\ \nu(u) &= 38 & U > 180 \text{ m} \end{aligned}$$

Kasrık fosfat katmanı için varyiyogram modeli:

$$\begin{aligned} \nu(u) &= 13+15 \left[(1.5 U /650) - (0.5 U^2 / 650^2) \right] & U \leq 650 \text{ m} \\ \nu(u) &= 28 & U > 650 \text{ m} \end{aligned}$$

2.Kasrık ve Şemikan katmanlarının,P 0 ortalamaları istatistiksel olarak hesaplanmıştır.Şemikan katmanının P 0 ortalaması kasrık katmanından yüksektir.

3.Kuyu,yarma kuyu ve yarma verileri kullanılarak bulunan Şemikan fosfat katmanının $P_{2.5}$ ortalaması kasrık katmanından yüksektir.

4.Krigging yapılarak Şemikan 2 bölgesi Şemikan ve fosfat katmanlarının P 0 blok ortalamaları ve varyansları kestirilmiştir.

Table 3 - Mean $P_{2.5}$ values of Şemikan 2 blocks

Çizelge 3 - Ş2 blokları PpO- ortalamaları

	Ş2 ŞEMİKAN	Ş2 KASRIK
Blok Sayısı	30x30	30x30
Blok Boyutları	100x100	100x100
Krigging Yarıçapı	300m	300m
Cevher İçeren Blok Sayısı	218	172
Sahadaki Blokların Ortalama Değeri	22.01	19.96
Varyansı	15.34	11.51
Standart Sapması	3.92	3.39

KAYNAKLAR

CLARK,I.,1979,Practical Geostatistics,p.11.117,Applied Science Publishers LTD,London

KOCH,S.G.LINK,R.Fond Jr,1970,Statistical Analysis of Geological Data; volume 1,p.26-39,volume 2,p.392-414,John Wiley & sons,inc. Newyork.

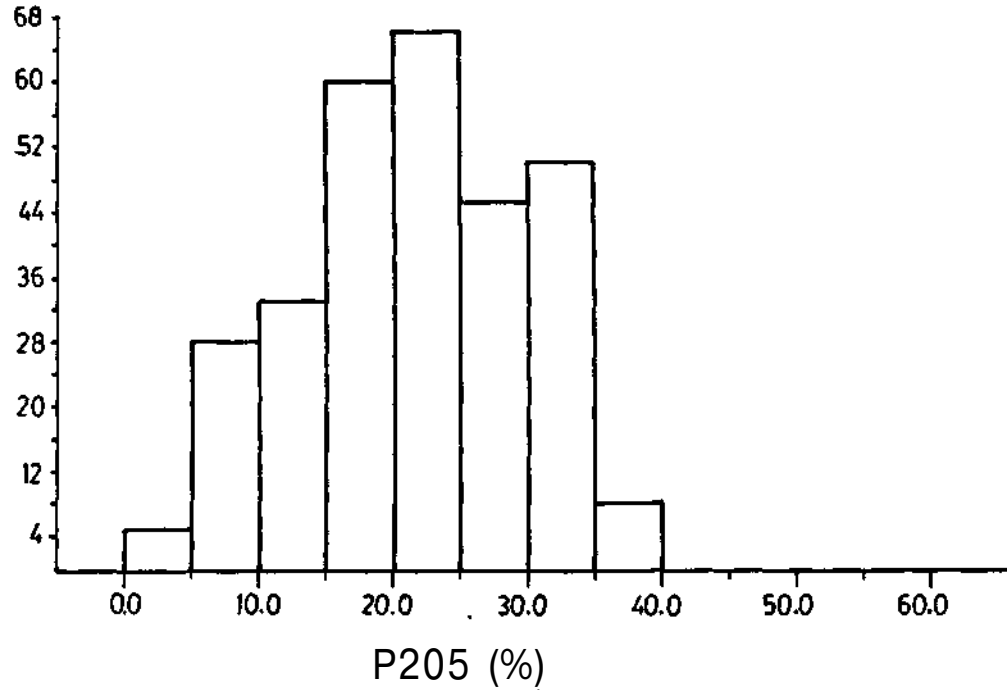
NASUF,S.E,1987,Jeostatistik Yöntem ile Rezerv Hesaplama Seminer Notları, .Etibank Matbaası,ANKARA

OZPEKER.I.,ve diğ.,1986,Batı Kasrık Fosfat Yataklarının Jeostatistiksel Yöntemle Değerlendirilmesi ve Yoğunluk Etudu.I.T.U.YBYK-ETIBANK,Proje No.86/01

OZPEKER.I..NASUF,E..ERDOĞAN,M. 1988 Mazıdağ Fosfat Yatakları P 0 Değerle-
2 5
rının Jeostatistik Yöntem ile Hesaplanması.A.U.İsparta Mun. Fak.5.Muh.Haftası (Bildiri)

DATAFILE: F0SFAT2.DAT

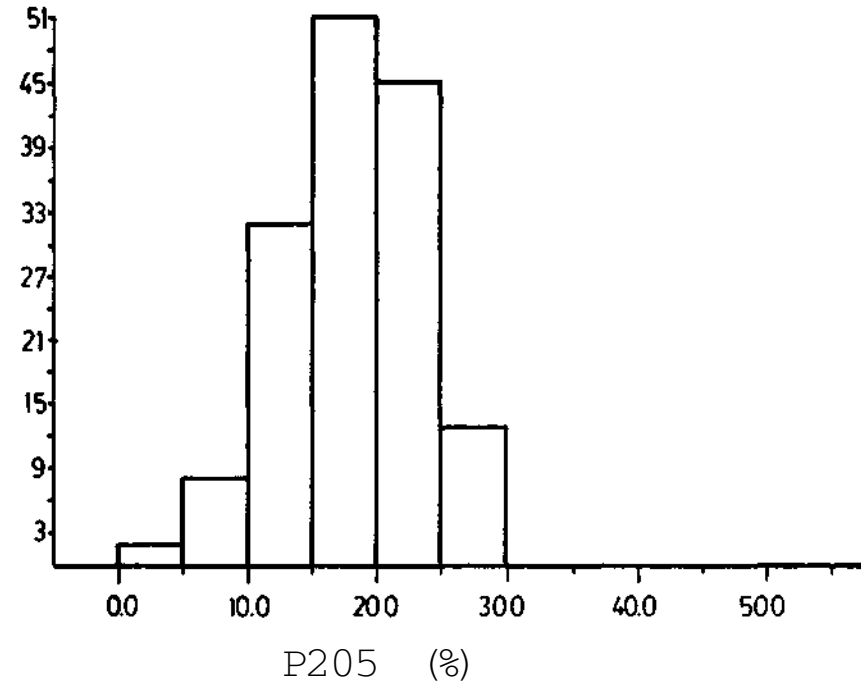
SAMPLE: SEM-1



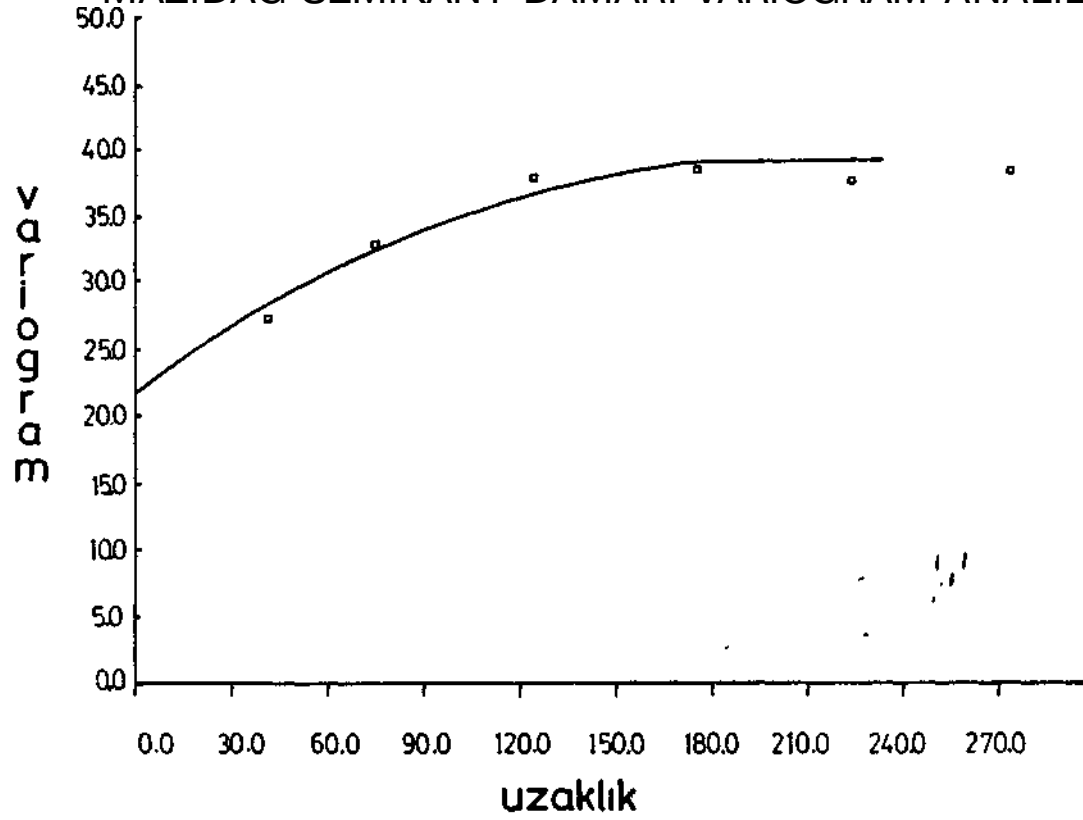
ŞEKİL 1-ŞEMİKAN FOSFAT KATMANI P_2O_5 HISTOGRAMI

FIGURE 1- P_2O_5 HISTOGRAM OF ŞEMİKAN PHOSPHATE SEAM

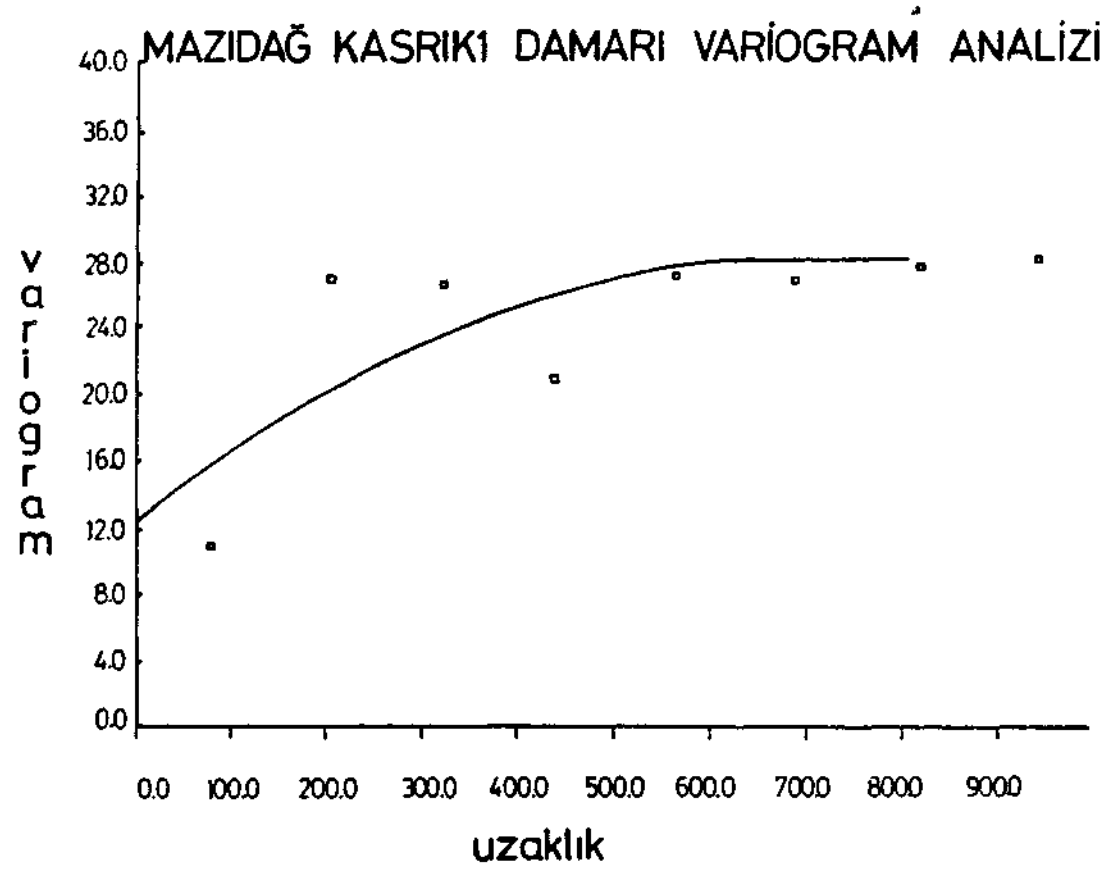
DATAFILE: FOSFAT2 DAT SAMPLE: KAS-1

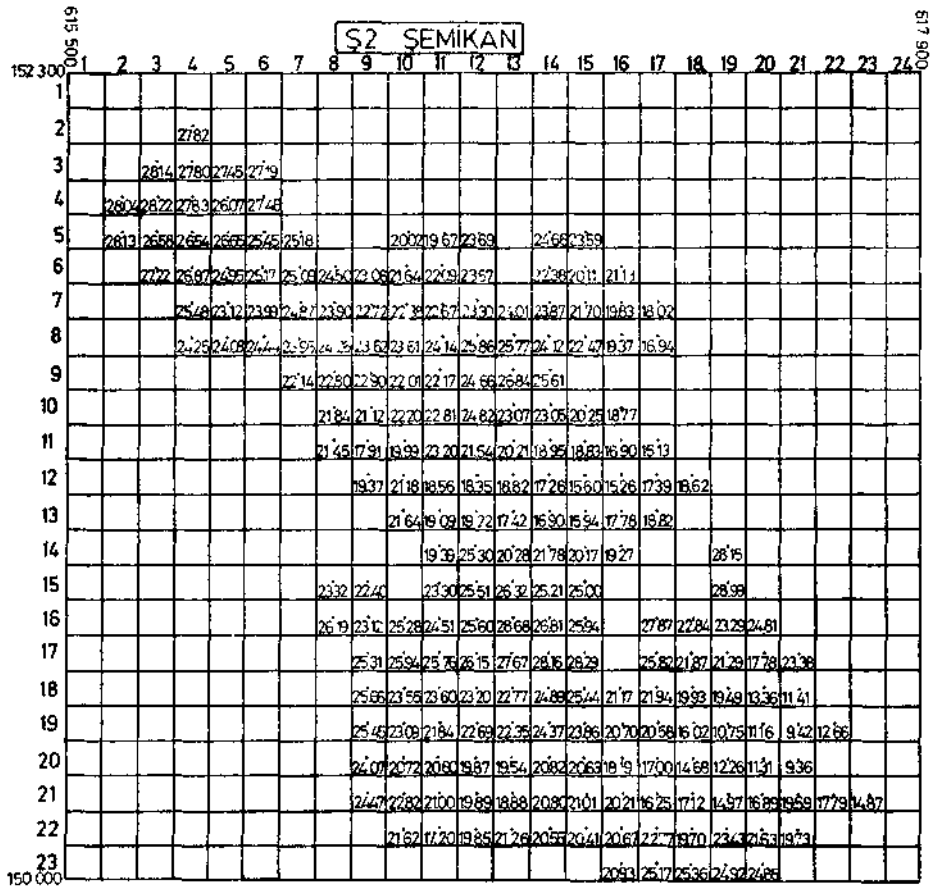
ŞEKİL 2 - KASRIK FOSFAT KATMANI P²⁰⁵ HISTOGRAMIFIGURE 2 - P₂₀₅ HISTOGRAM OF KASRIK PHOSPHATE SEAM

MAZIDAĞ SEMİKAN1 DAMARI VARIÖGRAM ANALİZİ



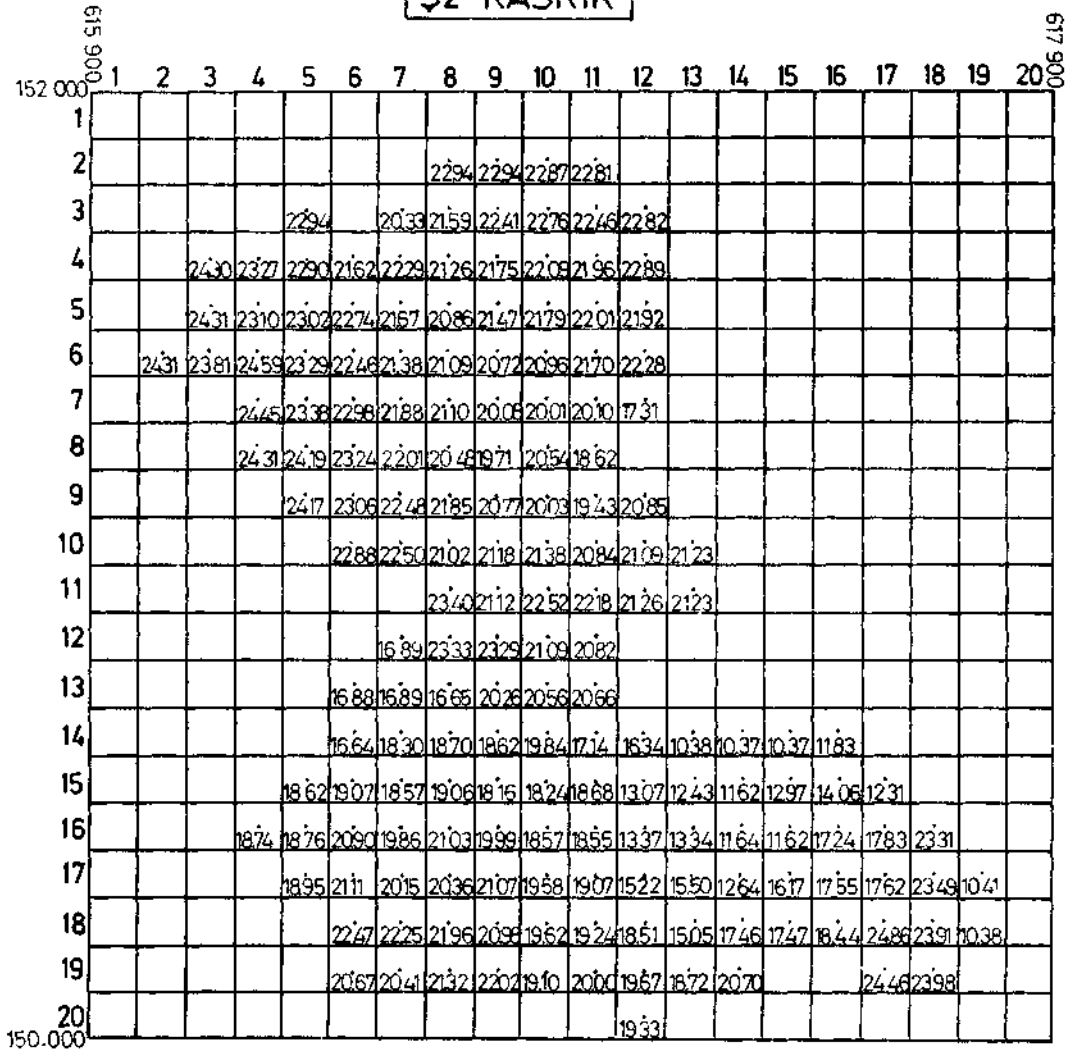
ŞEKİL 3-ŞEMİKAN FOSFAT KATMANI P_2O_5 VARIYOGRAMI
FIGURE 3- P_2O_5 VARIÖGRAM OF ŞEMİKAN PHOSPHATE SEAM

ŞEKİL 4-KASRIK FOSFAT KATMANI P_2O_5 VARIYOGRAMIFIGURE 4- P_2O_5 VARIOGRAM OF KASRIK PHOSPHATE SEAM



Şekil.5 :Şemikan 2 bölgesi Şemikan fosfat katmanına ait krgging blok değerleri
 Figure 5 The values of krgging blocks of Şemikan 2 Şemikan Phosphate Seam

S2 KASRIK



Sekil . 6 : Semikan 2 bölgesi Kasrik fosfat katmanına ait krigging blok degerleri