

TÜRKİYE 6. KÖMÜR KONGRESİ The Sixth Coal congress of TURKEY

KUZEY-BATI ANADOLU TAŞKÖMÜR HAVZASI KARADON BÖLGESİNDE BAZI KÖMÜR DAMAR
KALINLIKLARININ JEOİSTATİSTİKSEL İRDELENMESİ

GEOSTATISTICAL INVESTIGATION OF THE THICKNESSES OF SOME COAL SEAMS
LOCATED IN KARADON DISTRICT OF THE NORTHWESTERN ANATOLIAN HARDCOAL BASIN

Ibrahim BLEKAN*

ÖZET

Jeoistatistiğin temeli, 1960'larda Güney Afrika altın madenlerinin değerlendirilmesi sırasında atılmıştır. Daha sonra bu konu metalik mineral yataklarının değerlendirilmesine uygulanmıştır. Günümüzde, jeoistatistik sedimanter maden yataklarının, özellikle kömürün, değerlendirilmesinde (damar kalınlığının, rezervin, tenorun, gang minerallerinin, v.s. dağılımının incelenmesinde) ve selektif madencilik amaçlarıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu bildiride, Karadon Bölgesi Kozlu Formasyonunda yer alan bazı damarların (Akalm, Acılık, Nasıfoğlu, Sulu, Kurul, Domuzcu ve Unudulmuş) boyutsal değişimi jeoistatistiksel yöntemlerle irdelenmiştir.

ABSTRACT

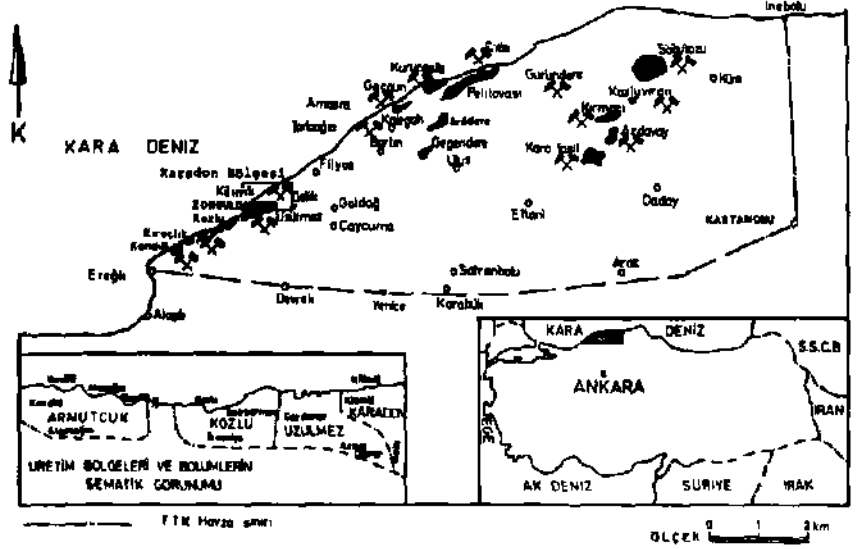
The foundation of geostatistics was established in South Africa during the evaluation of gold mines in 1960's. Later, this subject was applied to the evaluation of metallic mineral deposits. Today, geostatistics is being widely used for the assessment of sedimentary, especially coal, deposits (i.e. for the investigation of seam thickness, reserve, grade, gang mineral, etc. distribution) and for selective mining purposes.

In this paper, the dimensional variation of some coal seams (i.e. Akalm, Acılık, Nasıfoğlu, Sulu, Kurul, Domuzcu and Unudulmuş) located in the Kozlu Formation of Karadon Production District has been investigated by geostatistical methods.

(*) Araş.Gdr., HÜ Zonguldak Müh.Fak., Maden Müh.Böl., ZONGULDAK

GİRİŞ

Zonguldak Taşkömürü Havzası, Kuzey-batı Anadolu Karadeniz sahilinde Ereğli-İnebolu arasında yaklaşık 160 km doğu-hatı yönünde yayılım göstermektedir. Havza Amasra'nın doğusundan geçen bir hatla ikiye ayrılmaktadır. Batı'da Kandilli, Catakderesi, Suzekderesi, Zonguldak ve Amasra, doğuda Geçgün-Kalaycı, Pelitovası, Azdavay, Maksut, Karafasıl, Kozluveren, Doğnuç ve Söğütözü Karbonifer Oluşumları yer almaktadır (1).



Şekil 1. Kuzey-batı Anadolu Taşkömürü Havzası sınırları ve üretim bölgeleri.

Havza Pontid yarımadasının sahil turbalıklarında otokton ve paralik olarak oluşmuş olup benzer paleontolojik ve palinolojik seviyelerle Avrupa Havzaları grubuna dahil edilmektedir (2).

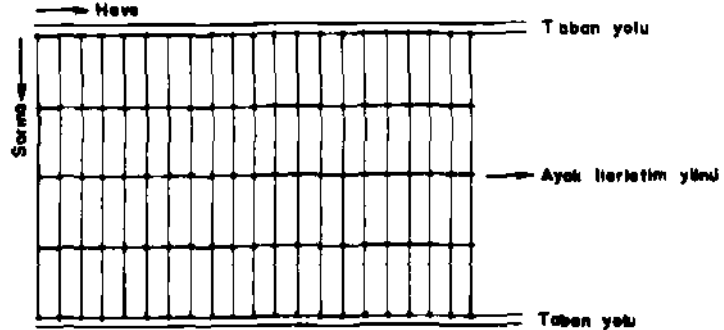
Kuzey-batı Anadolu Taşkömür Havzası, Alp orojenik kuşağının Alpin kanadının Türkiye üzerindeki uzantısı olan Pontitlerin batı kesiminde yer almaktadır. Bu nedenle jeolojik açıdan çok karışık bir durum göstermektedir. Havzada Hersiniyen orojenik hareketlerden etkilenmiş Paleozoyik yaşlı ve Alpin orojenik hareketleri ile genel yapısını kazanmış Mesozoyik-Senozoyik yaşlı kaya birimleri bulunmaktadır. Hersiniyen ve Erken Kimmerik orojenik hareketlerle, Üst Jura öncesi tektonik evrimini tamamlayarak ilewi derecede kıvrımlı ve kırıklı yapı kazanmış olan havza, Üst Jura sonrası yakınsayan Avrasya ve Anadolu kıtaları arasında yer almıştır. Bu sırada kuzey-güney yönlü sıkışma tektoniğine bağlı olarak doğu-batı doğrultu eksenli kıvrımlar ve kırılmalar gelişmiştir. Bunun yanısıra, sıkışma tektoniğinin son evrelerinde havzanın bindirme fayları oluşmuştur (3).

Havzanın kaya birimleri; temel birimler, kömürlü birimler ve örtü birimleri olmak üzere Üç grup altında toplanmaktadır. Temel birimler genelde kristalen seri, kumtaşı ve kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kömürlü birimler Alacağzı Formasyonu (Narmıriyen) ile başlar. Kılıç Formasyonu (Alt Vestfaliyen A), Kozlu Formasyonu (Üst Vestfaliyen A), Karadon Formasyonu (Vestfaliyen B-C-D) ve Çapakdere Formasyonu (Vestfaliyen E-Stefaniyen) ile devam eder. Formasyonlar litolojik olarak kömür, kıltaşı, silttaşı, şeyi, kumtaşı ve konglomera ardalanmasından oluşurlar. Bunların üzerine Permiyen, Jura, Kretase ve Tersiyer yaşlı tortul kayalardan oluşan örtü formasyonları gelmektedir (1,4,5).

Bu çalışma, Zonguldak Karbonifer Penceresi Karadon Bölgesinde havzanın en verimli kömür damarlarını (koklaşır nitelikli) içeren Kozlu Formasyonunda gerçekleştirilmiştir. Formasyonun içerdiği 21 adet kömür damarından bölge üretimine büyük katkısı olan Akalın (Hacıpetro)*, Acılık, Masıfoğlu (Lui)*, Sulu, Kurul (Milopera)*, Domuzcu ve Unudulmuş kömür damar kalınlıklarının boyutsal değişimleri çalışmaya konu olmuştur.

1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Yukarıda sözü edilen kömür damarları üretim panolarında, güvenilir boyutsal değişimleri hesaplamaya yeterli sayıda damar kalınlık ölçümleri yapılabilmektedir. Kalınlık ölçümleri üretim panolarında ilerletin boyunca 1.20 m'lik haveler ve buna dik yönde 4,00 m'lik sarmalardan oluşan düzenli dikdörtgenler ağının düğüm noktalarında yapılmıştır (Şekil 2).



Kalınlık Ölçüm noktası.

Şekil 2. Kömür damarları üretim panosunda kalınlık ölçüm ağı.

Bu şekilde Akalın damarından 1288, Acılık'tan 1265, Nasıfoğlu'ndan 4322, Sulu'dan 1370, Kurul'dan 3533, Domuzcu'dan 1109 ve *Umdulmuş*'tan 160 adet olmak üzere toplam 13.067 adet kalınlık ölçümü, kömür üretim panolarında yapılmıştır-. Ölçülen değerler yönlere bağlı olarak ha-

Damarın eski adı

zırlanan semi-variyoqram bilgisayar programı ile T.T.K Otomasyon Dai-resinde bilgisayar ile 2,5 aylık bir surede değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre uzaklık (h(m)) ve semi-variyoqram (Y(h)) fonksiyonu olarak semi-variyoqram grafikleri çizilerek bunların üzerine ortalama ve model semi-variyoqramları belirlenmiştir,

2. BOYUTSAL DEğİŞİM

Maden yataklarının rezervleri aşağıdaki yöntemlerle hesaplanmaktadır (6,7);

- Klasik yöntemler: Geometrik (çgen, kare, dikdörtgen, çokgen bloklar ve kesit), izopak (eř kalınlık eğrileri), uzaklık ağırlıklı (uzaklığın tersi ve uzaklığın tersinin karesi) yöntemler.
- Jeostatistik yöntemler: Global hesaplama (maden yataklarının tümünün hesaplandığı) ve maden işletme bloklarının hesaplandığı yerel hesaplama (kriging) yöntemleridir. Bu yöntemlerde maden yatağındaki boyutsal değişimler irdelenmektedir.

Bir maden yatağındaki boyutsal değişim korelogram» kovariyoqram ve semi-variyoqram gibi fonksiyonlarla ifade edilebilir. Jeostatistiksel olarak, korelogram ve kovariyoqramlar hesaplanmış istatistiklere bağlı olduğundan belirli sakıncaları vardır. Bu nedenle semi-variyoqramlar, yalnız örnek değerleri arasındaki farka bağlı olduklarından tercih edilirler. Semi-variyoqram; belirli düzende ki örnek çiftleri arasında beklenen farkın bir formül veya grafik tanımıdır (8).

Jeolojik parametrelerin nicelik kazanmasını sağlayan semi-variyoqramlar jeostatistik analizlerin ilk basamağını oluştururlar. Sürekli bir maden yatağında belirli aralıktaki örnek değerleri arasında var olan varyasyon onların uzaysal korelasyonunun bir ölçüsü olmaktadır. rnek değerleri arasındaki mesafe büyüdükçe değerler arasındaki farkta ortalama olarak artacaktır (9).

Teorik olarak variyoqram, X ve X+h gibi iki noktadan alınan değerler arasındaki farkın karesi olarak tanımlanır.

$$2 Y Ch) - \sum |x - (X+h)|^2 \quad \{1\}$$

$$2 Y (h) - \frac{\sum x - (x+h) t^2}{N(X, X+h)} \quad \{2\}$$

N(X,X+h), birbirinden h vektörü ile ayrılan çift sayısıdır. Yani 2y(h), h vektörünün bir fonksiyonudur. Pratikte variyoqramın sayısal değerinin yarısı olan semi-variyoqramlar (Y(0)) kullanılmaktadır (10).

Variyoqram süreklilik (parabolik, lineer, külçe ve rastgele tipte) göstermektedir. Değişik yönlerde farklı sınır değerlerine (a) sahip olabilmektedir. Sınır değerine kadar variyoqram değerleri h vektörü ile artar, sili değere ulaştığında sabit kalır. Geçiş olayı (transition phenomea) olarak ifade edilen bu durum genellikle sedimanter yataklarda gözlenir ve boyutları jeolojik yapı ile ilgilidir. İdeal bir semi-variyoqram için aynı hacimde en az 50 adet

değer kullanılmalıdır. Bunianrr-şekil -ve biçimleri düzenli aralıklarla belirli doğrultularda olmalıdır. Böylece dört ayrı yönde varyogram hesaplanabilir (6,11).

Daha önceleri yapılan çalışmalarda, jeostatistik metalik maden yataklarının rezervlerinin geliştirilmesinde büyük faydalar saklanmaktaydı. Oysa günümüzde kömür rezervlerinin kalitatif ve kantitatif değerlendirilmelerinde daha faydalı olduğu görülmektedir (12).

2.1 Model Seçimi

Deneyssel varyogramın bu konuda belirlenmiş bir modele uygunluğu sağlanmakta ve model varyogram verileri daha sonra hesaplamalarda kullanılmaktadır. Genel olarak Sekil 3'te görüldüğü gibi 4 tur varyogram modeli mevcuttur (6,8,10).

2.1.1 Küresel (Spherical/Matheron) Model

Geçiş olayı ile karakterize edilir,

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \left| \frac{3h}{2a} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right| \quad h < a \quad (3)$$

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \dots \dots \dots \quad h > a \quad (4)$$

$$\epsilon = \frac{C_0}{C_1} \quad \{5\} \text{ olmaktadır.}$$

2.1.2 De Wijsian Model

Bu model $\gamma(h) = 3\alpha \log h$ ile ifade edilir. Burada α sapma katsayısıdır. Cevher kütlesinin kalınlığı 1 olduğunda,

$$\gamma(h) = 3\alpha \left| \log \frac{h}{1} + \frac{3}{2} \right| \quad h > 1 \quad (6)$$

$$\gamma(h) = 3\alpha \frac{h}{1} \quad h < 1 \quad (7)$$

2.1.3 üssel (Exponential) Model

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 (1 - e^{-\alpha h}) \quad (8)$$

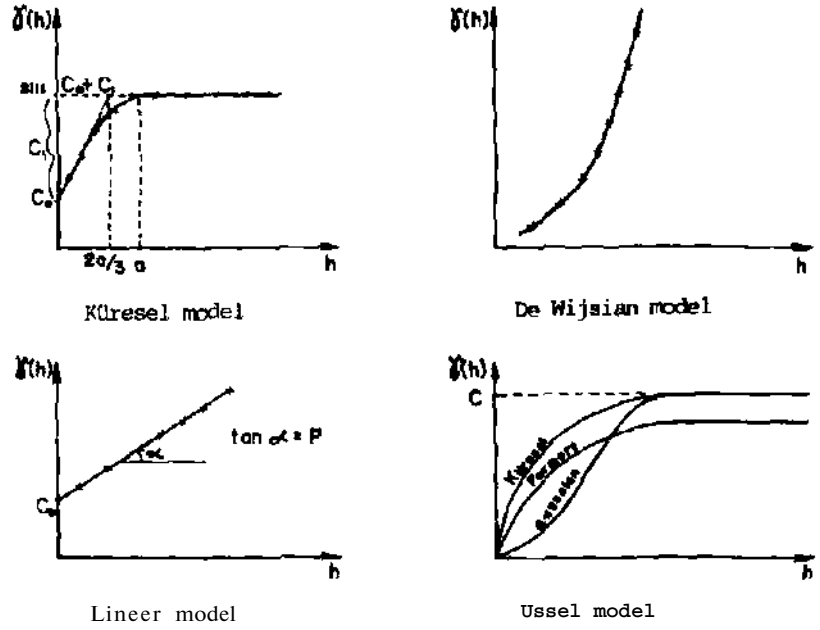
α , h ve a 'nın bir fonksiyonudur, α değerine bağlı iki farklı üssel model vardır, h aralığında varyogram değerleri yavaş artarken (istatistiksel varyansa ulaşmaksızın), orijinde oblik tanjant olduğunda $\alpha = h/a$ kullanılır (Formery model). Varyogram orijinde parabolik davrandığında {9} olur (Gaussian model).

$$\alpha = \frac{h^2}{2a^2} \quad (9)$$

2.1.4 Lineer Model

$Y(b) = plh$ veya daha genel olarak $y(h) = plh$, $0 < X < 2$ şeklinde ifade edilir. Burada p doğrunun derecesidir.

$$\gamma(h) = p|h|^\lambda \text{ ise, } \log \gamma(h) = \log p + \log |h| \quad (10)$$



Şekil 3. Varyogramın model türleri (6,8,10).

3. KARADON BÖLGESİNDE BAZI KÖMÜR DAMAR KALINLIKLARININ BOYUTSAL DEĞİŞİMİ

Karadon bölgesi Kozlu Formasyonunda 0/-260 kotları arasında üretim çalışmaları yapılan panolarda Akalın, Acılık, Nasıfoğlu, Sulu, Kurul, Bomuzcu ve Unutulmuş kömür damarlarından toplam 13.067 adet (n) kalınlık ölçümü sistematik olarak doğu-batı, kuzey-güney yönlerine bağlı olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçülen kalınlık değerlerinin normal dağılıma uydukları gözlenmiştir. Bunların ortalama kalınlık (X), varyans (O) ve standart sapmaları (a) hesaplanmıştır (Çizelge 1). Bu kömür damarlarında ortalama kalınlıkların değişimine paralel olarak varyanslarda değişmektedir.

Üretim yapan her kömür damarı için bu verilerle K-G, D-B, KB-GD ve KD-GB yönlerinde semi-varyogramlar bilgisayar yardımıyla hesaplanmıştır. Daha sonrada bunların grafikleri çizilmiştir (Şekil 4-10). Grafiklerden semi-varyogramların genel şekillerinin küresel modele uydukları belirlenmiştir. Dört ayrı yarıya bağlı olarak çizilen semi-varyogramların ortalamaları alınmış ve bunların uygun teorik modelleri,

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \left| \frac{3h}{2a} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right|, \text{ ile belirlenmiştir.} \quad \{11\}$$

;lge 1. karadon Rölresi kozlu Formasyonunda bazı kömür damar kalınlıklarının istatistiksel verileri.

Daların Adı	Üretim kotu	H	S	n	X	σ^2	σ
Unudulmuş	0/-50 4:103	13	18	180	134	1750.58	41.84
Domuzcu	-116/-165 43029	39	40	1109	187	1897.47	43.56
Kurul	-150/-260 41309	75	57	3533	190	2684.23	51.81
Sulu	-150/-260 41308	58	40	1370	255	4179.62	64.65
Kasıfoğlu	-150/-260 41313	94	58	4322	241	1858.47	43.11
Acılık	-150/-260 41313	35	60	1265	269	2957.18	54.38
Akalın	-150/-260 41303	26	56	1288	135	536.85	23.17

H: Have sayısı n: Ölçü sayısı σ^2 : Varyans
S: Sarma " X: Ortalama kalınlık(cm) σ : Standart sapma

Semi-variogramlar, sözü edilen 4 ayrı yönde küresel yapı göstermekte olup, yöne bağlı olarak farklı sili değere sahip olduklarından küresel modelde zonal anizotr-Opi göstermektedirler.

Küresel model fonksiyonu F(L,1) kullanılarak üretim yapılan bu blokların hesaplama varyansları (d) % 95 güven aralığında, {12} numaralı eşitlik ile hesaplanmıştır (Çizelge 2).

$$\frac{\sigma_E^2 - C_0}{C_1} = \text{Fonksiyon değeri} \quad (12)$$

İstatistiksel (a^2), model ($C=C C$) ve blok hesaplama varyansı (af!) değerleri birbirine yakındır. Buradan % 95 güven aralığında (G.A) (2a,) damar kalınlıklarının değişim aralığı belirlenmiştir. Elde edilen **verilere** göre Akalın 89-181 cm, Acılık 163-375 cm, Nasıfoğlu 157-325 cm, **Sulu** 123-387 cm, Kurul 90-290 cm, Domuzcu 97-277 cm ve Unudulmuş damarı **52-216** cm arasında ortalama kalınlık değişimine sahiptirler.

Çizelge 2. Karadon Bölgesi Kozlu Formasyonunda bazı kömür damar kalınlıklarının jeostatistiksel verileri.

Damarın adı	a	C_0	C_1	ϵ	σ_E^2	σ_E	$\bar{X} \pm 2\sigma_E$
Unudulmuş	17	320	930	0.88	1647.7	40.59	134±82
Domuzcu	34	980	1130	0.87	2019.6	44.94	187±90
Kurul	28	1080	1430	0.75	2478.5	49.78	190±100
Sulu	30	3150	1260	2.50	4353.3	65.98	255±132
Nasıfoğlu	40	780	1020	0.76	1766.3	4-2.03	241±84
Acılık	30	1620	1260	1.28	1814.1	53.05	269±106
Akalın	23	180	370	0.48	535.9	23.15	135±46

a ; Sınır değer (m) .

C : Külçe (nugget) varyans(%)

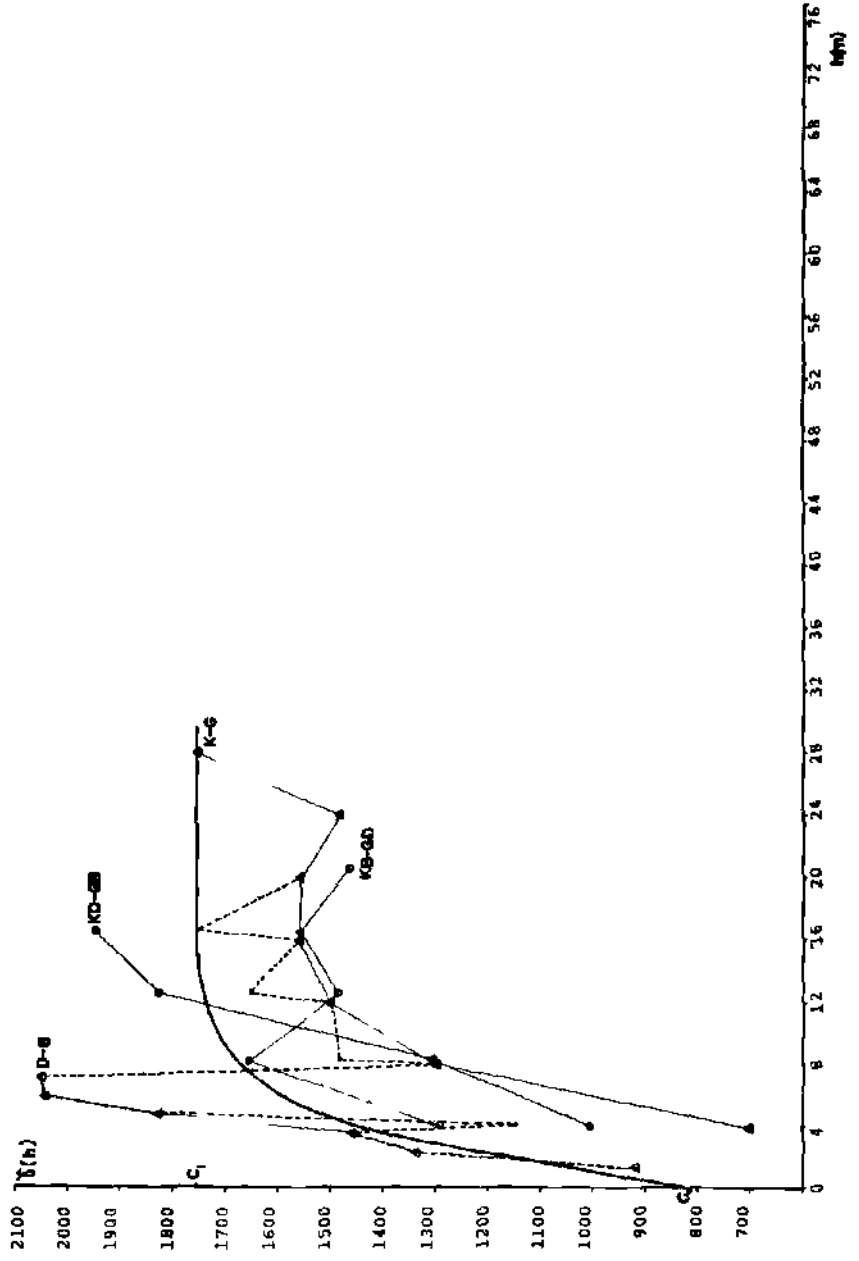
C^0 : Varyans (%)²

f : Külçe (nugget) etkisi

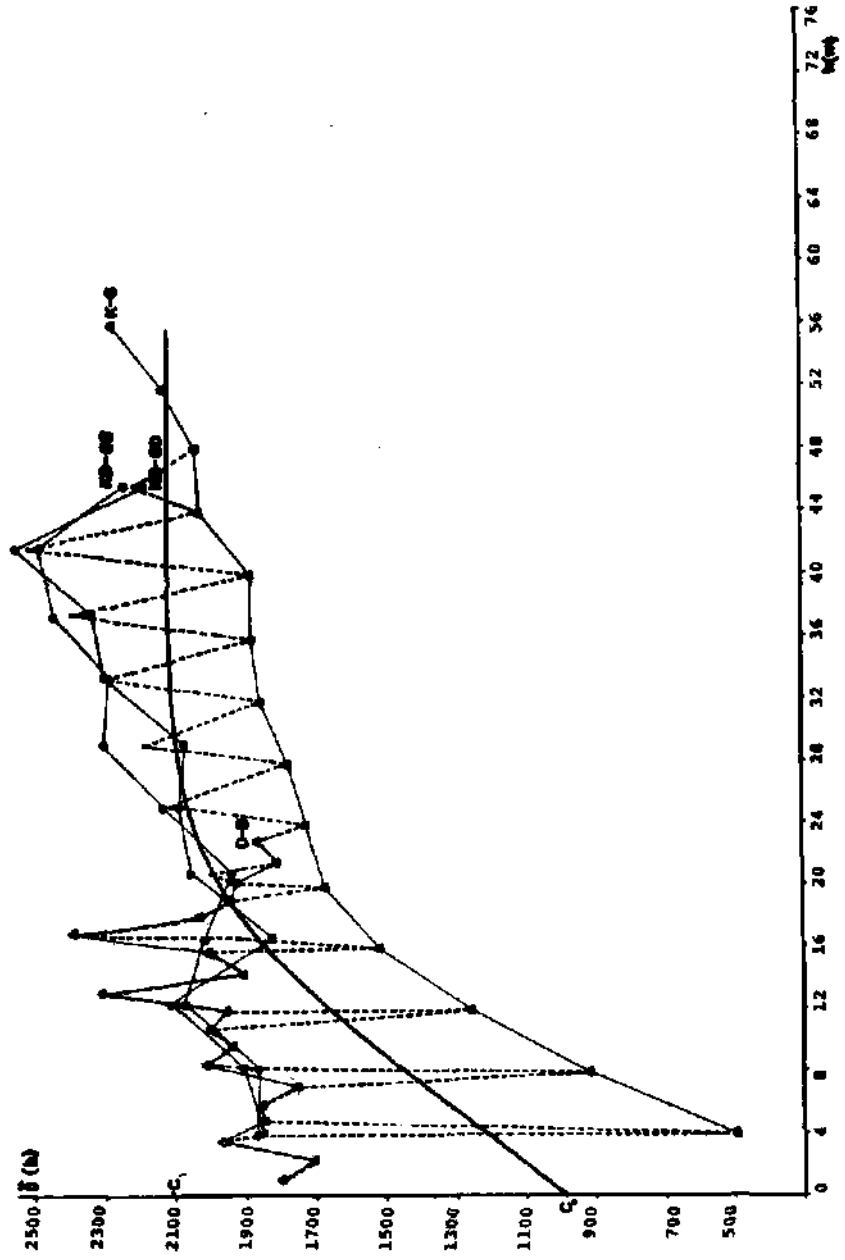
σ_E^2 : Blok hesaplama varyansı

σ_E : Blok hesaplama hatası

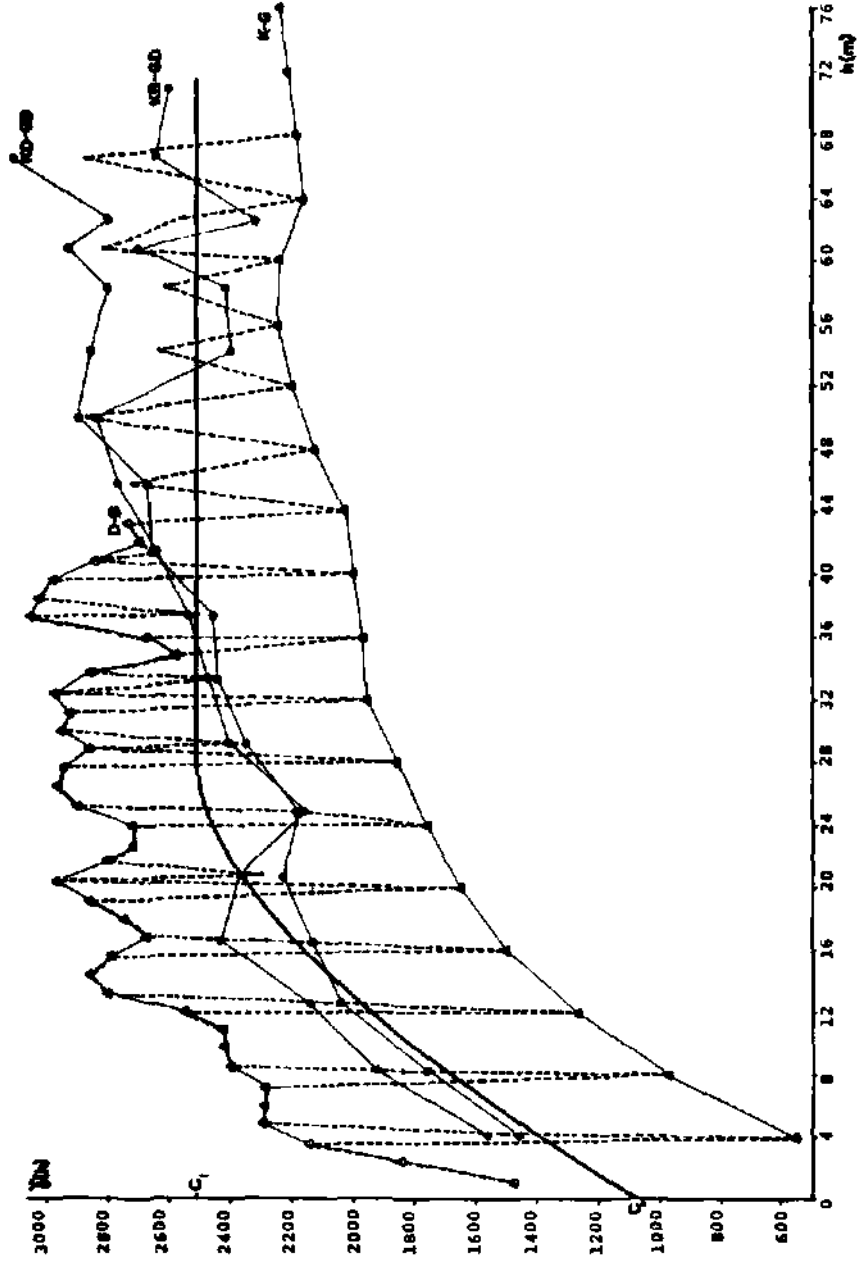
$\bar{X} \pm 2\sigma_E$: % 95 G.A. kalınlık değişimi.



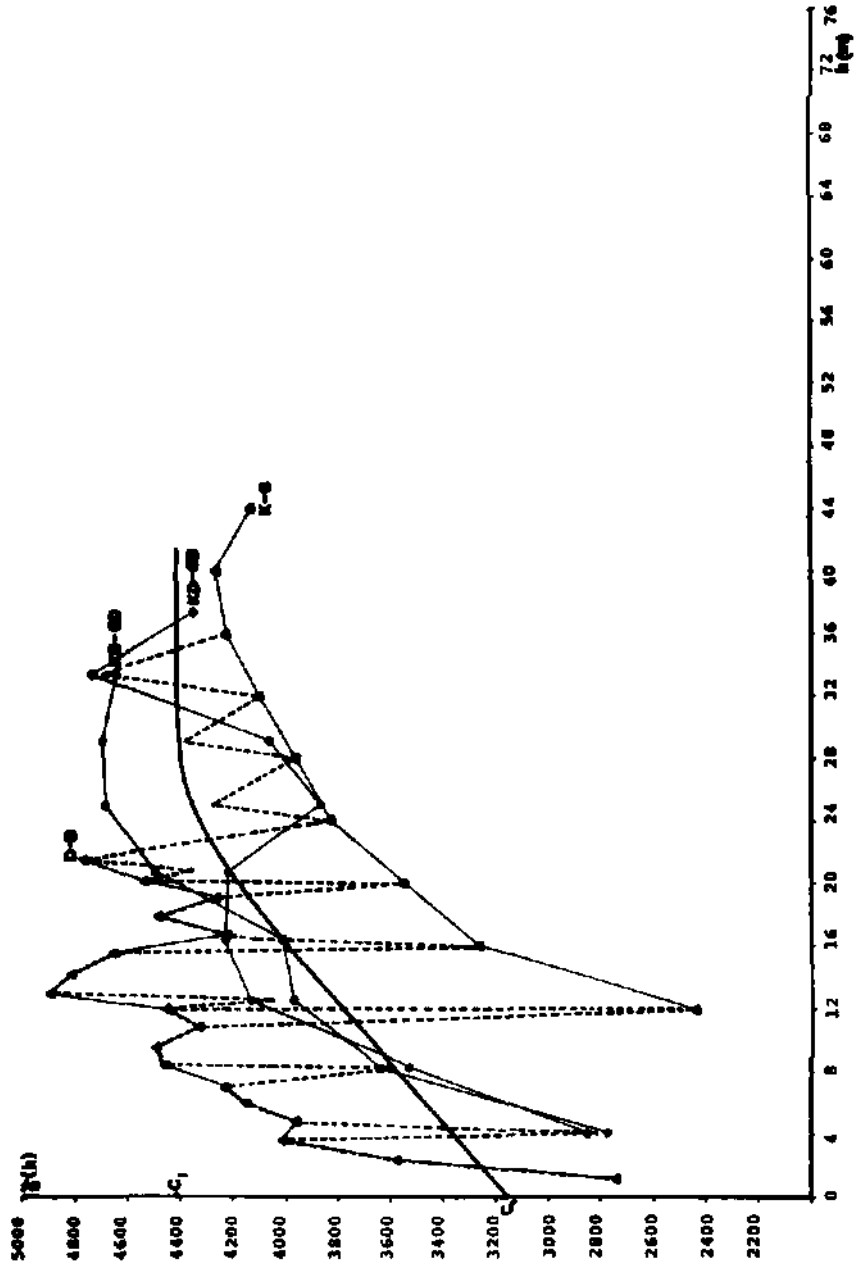
Sekil 4. Urudulmuş damarı kalınlık semi-variogramı.



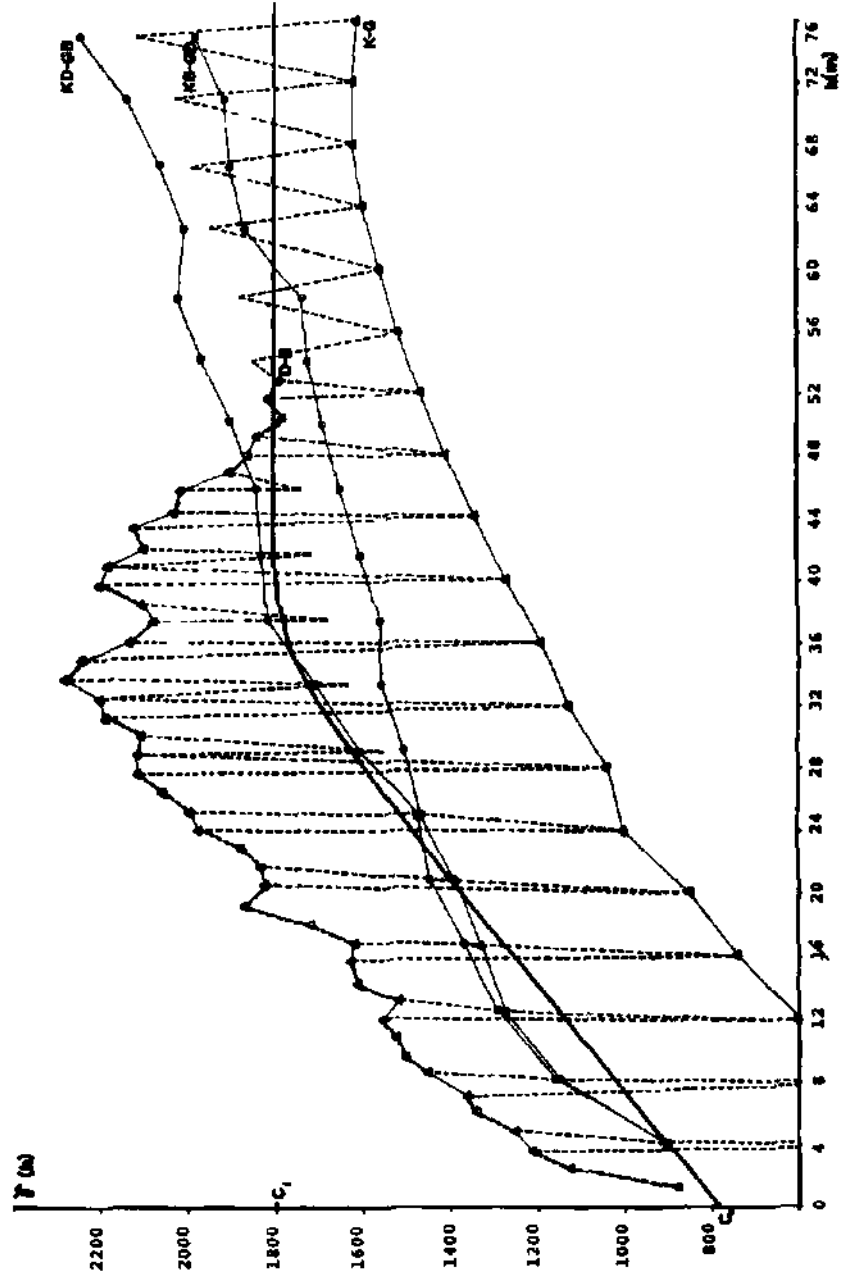
Şil 5. Demuzcu damarı kalınlık semi-variogramı.



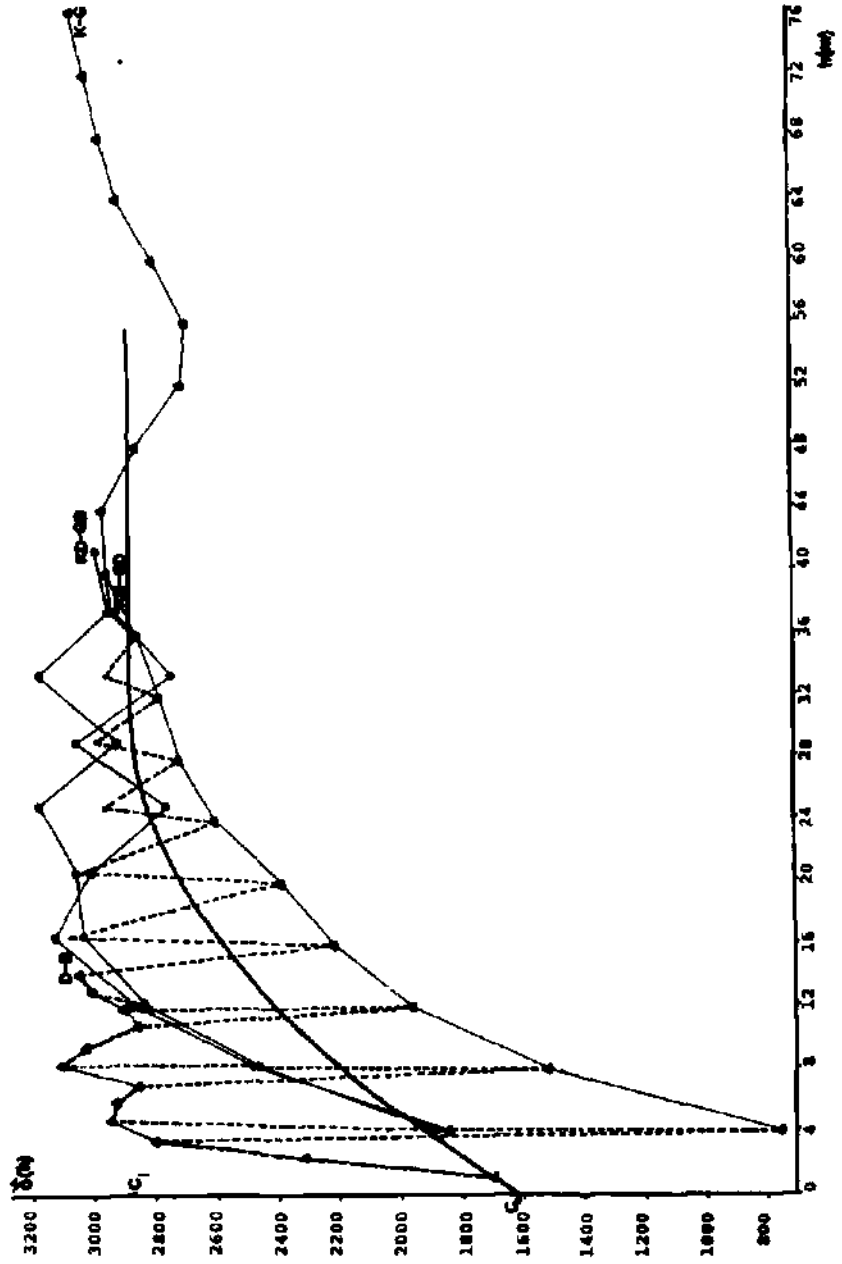
Şekil 6. Kurul damarı kalınlık semi-variyoqramı.



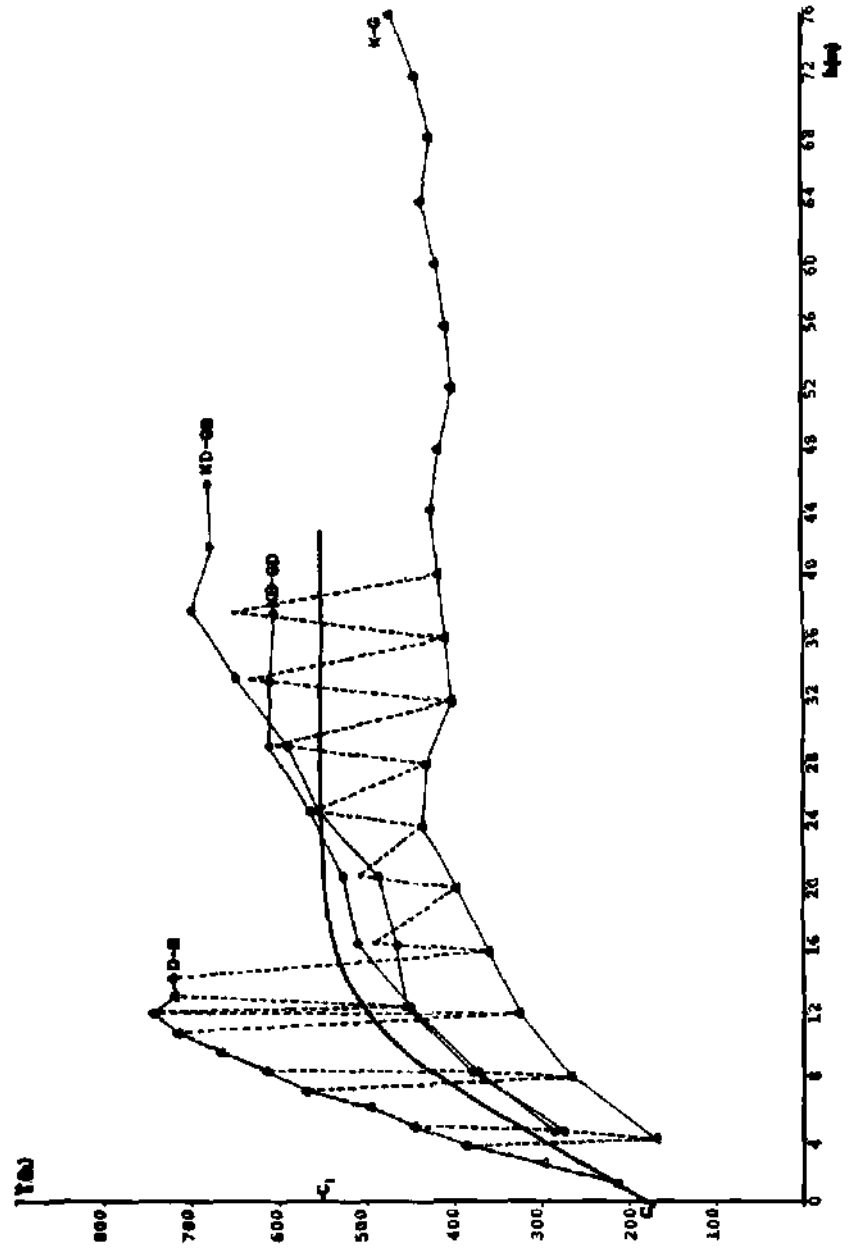
Sekil 7. Sulu damarı kalınlık semi-variogramı.



Şekil 8. Nasıfoğlu damarı kalınlık semi-variogramı.



Sekil 9. Acıllık damarı kalınlık semi-variyoqramı.



Şekil 10. Akalin damarı kalınlık semi-variogramı.

4. SONUÇLAR

Jeoistatistiksel olarak incelenen kömür damarlarında kalınlıklar küresel modele uymakta olup yönlere bağlı olarak çok büyük değişkenlik göstermektedirler. İncelenen dört yönde birbirinden farklı kalınlık değişimi gözlenmektedir. Genel olarak en büyük değişim aralığı D-B yönünde, en küçük ise K-Q yönü doğrultusundadır. Değişim aralığı KD-GB, KB-GD yönlerinde birbirine ve ortalamaya yakındır. Geoistatistiksel varyans değerine (ortalama) Unudulmuş kömür damarında 17 m gibi bir sınır değer ile ulaşılırken, Nasıfoğlu'nda bu sınır değer 40 m olmaktadır (Çizelge 2). % 95 güven aralığında Akalın'da 89-181 cm, Acılık'ta 163-375 cm, Nasıfoğlu'nda 157-325 cm, Sulu'da 123-387 cm, Kurul'da 90-290 cm, Domuzcu'da 97-277 cm ve Unudulmuş'da 52-216 cm arasında değişen ortalama kalınlık değişimi saptanmıştır. Bu güven aralığında ortalama damar kalınlıklarından şenel olarak % -34-61 sapma söz konusudur.

Elde edilen bulgulara damarların üretime hazırlanmasında (özellikle mekanize kazıda ve rezervlerin değerlendirilmesinde) dikkat edilmesi gerekir. Belirlenen damar kalınlık değişimine kolay uyarlanabilecek kazı sistemlerinin uygulanması daha verimli olacaktır.

KAYNAKLAR:

1. ÖZKOÇAK, O., KONYALI, Y., ŞENTÜRK, İ., Kuzey-Batı Anadolu Taşkömür Havzasına Genel Bakış. Türkiye I.Kömür Kongresi, Zonguldak, 1978, s.167-190.
2. NAKÖMAN, E., Kömür. M.T.A.Enst.Yayıncılık, Eğitim Serisi No.8, Ankara, 1971.
3. SANER, S., Batı Pontitlerin ve Komşu Havzaların Oluşumlarının Levha Tektoniği Kuralı ile Açıklanması, Kuzey-Batı Türkiye. M.T.A.Enst. Dergisi 93/94, Ankara, 1980, s.1-20.
4. GÖK, M.Ş., Kuzey Anadolu Taşkömür Havzası. T.J.K.Bülteni, C 13, s 1, 1970, s.120-139.
5. M.T.A. EHST., Zonguldak ve Dolayının Genelleştirilmiş Kolon Kesiti. M.T.A.Enst. Batı Karadeniz Böl.Müd., Zonguldak, 1984.
6. DAVID, M., Geoistatistical Ore Reserve Estimation. Elsevier Scientific Publishing Company, New York, 1977,
7. ROYLE, A.G.» Estimating Global Ore Reserves in a Single Deposit. Mineral Sei. Engng, vol. 12, No. 1, January, 1980.
8. CLARK, I., Practical Geoistatistics. Applied Science Publishers LTD., London, 1979.
9. NASUF, E., Geoistatistik Yöntem ile Rezerv Hesaplama Seminer Notları, i.T.Ü.Maden Fakültesi, Etibank Matbaası, Ankara, 1987.
10. CLARK, I., The Semivariogram-Part 1. Engineering and Mining Journal, Mc.Graw Hill, New York, 1979.
11. JOURNAL, A.G., HUTJBREGTS, CH.J., Mining Geoistatistics. Academic Press, London, 1978.
12. ROYAL, A.G., Using Geoistatistics to Estimate Coal Reserves. World Coal, Semtember/October, 1982, pp.93-94.

