

## JEOFİZİKTE TREND ANALİZİ

M. Ergün Z. Akçıĝ

### ÖZ

Trend analizi veriye en küçük kareler yöntemiyle uygun yüzeylerin uydurulması işlemidir. Sayısal olarak ölçülen veya gözlenen veriler bağımlı ve bağımsız değişkenler olmak üzere iki parametreden oluşurlar. Bağımsız değişkenler ölçülen veya gözlenene göre zaman veya uzay boyutlarındadır. Bağımlı değişkenler ise jeofizikteki potansiyel veriler veya daha başka değerlerde olabilirler.

Matematiksel yüzey olarak tanımlanan bölgesel trend yüzeyini, gözlenen ile trend arasındaki farkta kalıntıları oluşturmakta dır. Burada en küçük kareler yönteminin devreye sokulması, istatistiksel olarak iki ana varsayımı gerektirir. Bunlar kalıntılar toplamının sıfır olması ve kalıntıların gelişigüzel dağılım özelliğidir

Trend analizinde iki türlü polinomlar (normal ve ortogonal) kullanılarak trend yüzeyleri elde edilebilir. İstenilen amaca uygun trend dereceleri ise korelasyon katsayıları, F — test ve  $z^2$  — testi uygulamaları ile kolayca saptanabilir. Çoğunlukla verilerde tek trend yüzeyi olacak diye bir koşul yoktur, amaca göre değişebilir. En iyi trend en sonunda verinin kendisidir.

### ABSTRACT

The trend analysis to fit a mathematical surface to the data by using the Least Squares Method. Quantitatively measured or observed data are consisted of two parameters of dependent and independent variables. The independent variables are in the time or space dimensions depending on the observations or measurements. The dependent variables are the potential data in geophysics or some other values.

The defined mathematical surface is known as the regional trend and the difference between the original data and the trend is known as the residuals. In here, two hypothesis are statistically necessary to introduce the Least Square Method. These are the cases where the sum of the residuals are zero and the residuals are being distributed randomly.

In the trend analysis, two kinds of polynomials (normal and orthogonal) can be used to obtain the trends. The required trend degree can be determined by using correlation coefficient, F — test and  $z^2$  — test. Usually, the desired trend surface does not have to be unique, it can vary according to the circumstances. The best trend is the data itself eventually.

## A. GİRİŞ

Trend analizi eldeki veriye matematiksel olarak uygun yüzeylerin uydurulması işlemidir. Bu tür işlemler uzun yıllar coğrafyacılar, jeologlar, petrol jeologları, jeofizikçiler ve diğer bilim dallarında çalışanlar tarafından göz kestirmesiyle yapılmıştır. Göz kestirmesi ile yapılan uygulamalarda kişisel yanlılıkların ve taraf tutmaların bir ölçüsü ve sınırı yoktur. Bu işlemlerin bir matematiksel baza oturtulması konusu bir çok çalışmacı (Oldham ve Sutherland 1955, Krumbain 1963, Grant 1957, Mendelbaum 1963, ve Dawis 1973) tarafından araştırılmıştır.

Yerin düzgün değişen bölümü bir matematiksel yüzey olarak gösterilip, işleme sokulabilir. Böyle bir yüzey jeofizikte «rejonel (bölgesel)» olarak adlandırılmıştır. Bu yüzeyden olan sapmalarda (farklarda) «kalıntı (rezidüel)» olarak adlandırılır. Trend analizinin gerçek tanımı ise eldeki veriye uygun derecede bir polinom uydurma işlemidir. Bu polinom uydurma işleminin gelişigüzel yapılamıyacağı ve amaca uygun bir trendin matematiksel ve istatistiksel olarak nasıl bulunabileceği konuları burada tartışılacaktır.

Sayısal olarak ölçülen veya gözlenen veriler iki değişkenden oluşurlar :

- a) Bağımsız değişkenler
- b) Bağımlı değişkenler

Bağımlı değişken ölçülen veya gözlenene göre zaman veya uzay boyutlarıdır. Bağımsız değişken ise gravite ve manyetik de-

ğerleri olabileceği gibi diğer birçok parametrelerde olabilir. Bu açıklamalar da göstermektedir ki trend analizi çok geniş uygulama alanı bulabilen bir yöntemdir.

## B. TEORİK ESASLAR

Yerbilimlerinde çoğunlukla coğrafik koordinatlar üzerine bağımlı (ölçülen veya gözlenen) değişkenlerimiz yerleştirilmiştir. Coğrafik boyutlar  $x$  — kuzeyi,  $y$  — doğuyu, ve  $z$  — derinliği (veya yüksekliği) gösterebilir. Verimizin alınışına göre tek boyutlu (yalnız bir coğrafik koordinat), iki boyutlu (iki coğrafik koordinat) veya üç boyutlu (üç coğrafik koordinat) duruma uygun trendler aşağıdaki polinomlar şeklinde yazılabilir.

$$T(x) = A_0 + A_1x + A_2x^2 + \dots + A_px^p \quad (1)$$

bir boyutlu trend

$$T(x,y) = A_{00} + A_{10}x + A_{01}y + A_{11}xy + A_{20}x^2 + A_{21}x^2y + \dots + A_{pq}x^py^q \quad (2)$$

iki boyutlu trend

$$T(x, y, z) = A_{000} + A_{100}x + A_{110}xy + A_{111}xyz + \dots + A_{pqr}x^py^qz^r \quad (3)$$

üç boyutlu trend

Burada trendler  $T$ 'lerle gösterilmiştir.  $A$ 'lar ise bulunması gereken polinom katsayılarıdır. Trend dereceleri ise sırasıyla  $p$ ,  $p+q$  ve  $p+q+r$  olarak tanımlanır.

Gözlem değerleri  $G_j$  bağımlı değişkendir. Bağımsız değişken veya değişkenler  $x$ ,  $(x, y)$  veya  $(x, y, z)$  olabilir. Gözlenen ile trend arasındaki fark ise kalıntı  $R_j$  değerini verir.

$$R_j = G_j - T_j \quad (4)$$

Burada istatistiksel olarak iki ana varsayım kabul edilmektedir:

- 1) Kalıntılar gelişigüzel dağılım gösterirler (kovaryansları =0)

- 2) Tüm verinin kalıntılar toplamı sıfırdır ( $\sum_{i=1}^n R_i = 0$ ).

Gözlenen ile bulunacak trend arasındaki farkların karelerinin en küçük yapıldığı yöntem En Küçük Kareler Yöntemi'dir.

$$\sum_{i=1}^n R_i^2 = \text{En Küçük} = \sum_{i=1}^n (G_i - T_i)^2 \quad (5)$$

Ön yargısız  $T_i$  değerini bulmak demek  $G_i$ 'nin ortalamasının regresyon biçimini saptamaktır (Draper ve Smith, 1966). Bu işlemi yaparken kullanılacak istatistiksel yöntemler burada detaylı olarak anlatılacaktır. Fakat, gerçek uygulamada bunlara gerek duyulmayabilir veya çok azıyla da amaca ulaşılabilir. Bunların uygun olarak elimizdeki veri için kullanımını, verinin özelliğine ve yorumcunun yeteneğine kalmış olan bir işlemdir. Jeofizikçilerin kullanım alanına çok girmiş olan «rejyonel (bölgesel)» ve «kalıntı (yerel)» kavramlarından varolduğunca kaçınılacaktır. Potansiyel verileri bu kadar kesin parçalara ayırmak olanak dışıdır.

Trend nalizinde iki türlü polinom kullanılabilir :

- 1) Normal polinomlar
- 2) Ortogonal polinomlar

### 1 — Normal Polinomlar

Tek boyutlu durum için regresyon problemini irdelersek, çözümlü dizelerle çok kolay elde edebiliriz. Bulunacak p.'ci derecedeki trend denklemini aşağıdaki şekilde tanımlarız (Davis, 1973).

$$\begin{aligned} G_1(x_1) &= A_0 + A_1x_1 + A_2x_1^2 + \dots + A_px_1^p + R_1(x_1) \\ G_2(x_2) &= A_0 + A_1x_2 + A_2x_2^2 + \dots + A_px_2^p + R_2(x_2) \\ &\vdots \\ G_n(x_n) &= A_0 + A_1x_n + A_2x_n^2 + \dots + A_px_n^p + R_n(x_n) \end{aligned} \quad (6)$$

Yukarıdaki denklem (6) yı dizeler biçiminde gösterirsek

$$[G] = [A] [X] + [R] \quad (7)$$

Burada  $[G]$  ( $n \times 1$ ) gözlem yöneyi,  $[X]$  ise ( $n \times p$ ) bilinen biçim dizeyi,  $[A]$  ise ( $p \times 1$ ) katsayılar yöneyi ve  $[R]$  ise ( $n \times 1$ ) kalıntılar yöneyidir. Yukarıda tanımlanan iki varsayımdan dolayı denklem (7) aşağıdaki şekilde yazılabilir :

$$\sum_{i=1}^n G_i(x_i) = [A] [X] \quad (8)$$

Hataların kareleri toplamını ise aşağıdaki şekilde gösterebiliriz.

$$\begin{aligned} [R]^T [R] &= ([G] - [A] [X])^T ([G] - [A] [X]) = 0 \\ &= [G]^T [G] - 2 [A]^T [X]^T [G] + [A]^T [X] [X]^T [A] \end{aligned} \quad (9)$$

Burada (T) ile gösterilen dizeyin dönüğüdür.

Denklem (9) un A'ya göre türevini alıp elde edilen dizeyi ayrı ayrı sıfıra eşitlediğimizde A'nın önyargısız en küçük kestrimlerini bulmuş oluruz. Bu aşağıdaki normal denklemleri sağlar :

$$([X]^T [X]) [A] = [X]^T [G] \quad (10)$$

Burada üç ana durum vardır :

- a)  $p$  denklemi kadar  $p$  bilinmeyeni varsa tam tanımlı düzen
- b) Bilinmeyen sayısı denklem sayısından fazla ise eksik tanımlı düzen
- c) Bilinmeyen sayısı denklem sayısından az ise aşırı tanımlı düzen durumu söz konusudur.

İkinci durumda ( $[X]^T [X]$ ) tersi yoktur. Fakat birinci durum için dizeyin tersi vardır. Bu durumda normal denklemlerin çözümü :

$$[A] = ([X]^T [X])^{-1} ([X]^T [G]) \quad (11)$$

şeklindedir. Burada  $(-1)$  ile dizeyin tersi alınmaktadır.  $([\times]^{-1}[\times])$  yerine  $[C]$  ve  $([\times]^{-1}[G])$  yerine ise  $[D]$  dizeylerini koyarsak, denklem (11) aşağıdaki şekli alır.

$$[A] = [D]^{-1} [C] \quad (12)$$

Bulunacak katsayılar  $[D]$  nin tersinin  $[C]$  ile çarpımından elde edileceği açıktır. Bu da aslında  $p$  bilinmeyenli  $p$  denklemin çözümüdür. Çözumsuz olma hali yalnızca  $[D]$  dizeyinin ana köşegen değerlerinden birinin sıfır olma durumunda olabilir. Denklem (12) yi daha açık bir şekilde gösterirsek

$$\begin{bmatrix} A_0 \\ A_1 \\ \vdots \\ A_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i^p \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i^3 & \sum_{i=1}^n x_i^{p+1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \sum_{i=1}^n x_i^p & \sum_{i=1}^n x_i^{p+1} & \sum_{i=1}^n x_i^{p+2} & \sum_{i=1}^n x_i^{p+p} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n x_i G_i \\ \sum_{i=1}^n x_i^2 G_i \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^n x_i^p G_i \end{bmatrix} \quad (13)$$

problemin içeriği kolayca anlaşılabilir. Oluşturacağımız  $[C]$  ve  $[D]$  dizeylerindeki tüm elemanlar bağımsız değişkenler  $(\times)$  ve bağımlı (gözlemsel) değerlerden oluşmaktadır.

Görüldüğü gibi coğrafik koordinatların çok büyük üsleri polinom derecesi arttıkça devreye girecektir. Dolayısıyla çok büyük verilerde oluşturulacak dizeylerdeki sayılar kontrol altında tutulamıyacak derecede büyüyebilir.

Her derece arttırımıyla trend veriye uygun duruma gelir. Bizim aradığımız bu değildir. Çünkü verinin kendisi en uygun trend olmaktadır. Bunun için açık bir çözüm yoktur, fakat istatistiksel yöntemler yardımıyla isteniler amaca uygun trendi bulabiliriz. İlk aşamada kullanılacak testler korelasyon katsayısı ile  $F$  — testi analizleridir. Verilerin varyansı :

$$SSG = \sum_{i=1}^n G_i^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n G_i \right)^2}{n} \quad (14)$$

Trendin varyansı :

$$SST = \sum_{i=1}^n T_i^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n T_i \right)^2}{n} \quad (15)$$

Kalıntıların varyansı :

$$SSR = SSG - SST \quad (16)$$

Korelasyon katsayısı R ise :

$$R = \sqrt{\frac{SST}{SSG}} \quad (17)$$

dir. En iyi korelasyon katsayısı  $R = 1$  olur. Trendle veri tam olarak çakışıyor demektir. F — testi uygulaması ise trend derecesini arttırmakla neyin değiştiğinin istatistiksel olarak araştırılmasıdır

$$F = \frac{SST / p}{SSR / (n-p-1)} \quad (18)$$

Buradan veri sayısı ve p trend derecesidir. Dolayısıyla bağımsızlık seviyeleri ise p ve (n-p-1) dir. F — testi uygulamasıyla trend derecesi arttırmakla sonucun anlamlı olup olmadığı araştırıldığı gibi katsayılar da teker teker test edilebilirler.

## 2 — Ortogonal Polinomlar :

Jeofizikte çoğu potansiyel verilerimiz bir harita üzerine kare gridle belirtilir. Dolayısıyla normal polinomları bu tür verilerde kullanmak aşırı bir bilgisayar zamanı gerektirir. Bu nedenle normal polinomlar yerine ortogonal polinomlar kullanılabilir. Ortogonal polinomlar içinde iki ana varsayım geçerlidir ve sonuçlar bunlara göre elde edilir (Grant, 1957).

Herhangi bir polinomu :

$$T(x,y) = B_{00} + B_{10}P_{10}(x,y) + B_{20}P_{20}(x,y) + B_{11}P_{11}(x,y) + \dots + B_{m1}P_{m1}(x,y) \quad (19)$$

olarak gösterebiliriz. Burada ki  $P(x, y)$  ler polinomlar olup aşağıdaki ortogonal olma şartlarını sağlarlar :

$$\int_{\Omega} P_{rs}(x_i, y_i) P_{jk}(x_i, y_i) = 0 \quad (20)$$

eğer  $r \neq j$  veya  $s \neq k$  ise dolayısıyla denklem (19) şöyle yazılabilir

$$T(x_i, y_i) = \sum_{r=0}^p \sum_{s=0}^q B_{rs} P_{rs}(x_i, y_i) \quad (21)$$

Burada En Küçük Kareler Yöntemi uygulanırsa :

$$R(x_i, y_i) = G(x_i, y_i) - \sum_{r=0}^p \sum_{s=0}^q B_{rs} P_{rs}(x_i, y_i) \quad (22)$$

bağıntısı elde edilir.

(22) bağıntısında  $R(x_j, y_j)$  kalıntıları verir. Bu kalıntıların kareleri toplamı sıfıra eşitlenip  $B_{rs}$  lere göre türev alınır :

$$\frac{\partial}{\partial B_{rs}} \left( \sum_{i=1}^n (G(x_i, y_i) - \sum_{r=0}^p \sum_{s=0}^q B_{rs} P_{rs}(x_i, y_i))^2 \right)$$

bulunur. Ortogonalite şartlarından ve bu denklemdeki tüm parametrelerin bağımsızlığından dolayı :

$$\sum_{i=1}^n G(x_i, y_i) - B_{rs} \sum_{i=1}^n P_{rs}^2(x_i, y_i) = 0 \quad (23)$$

bağıntısı yazılabilir. Katsayılar  $B_{rs}$  ler denklem (23) ten  $P_{rs}$  ler tanımlandıktan sonra elde edilebilirler. Bu tür uygulama gelişmiş dağılımlar için yapılabilir, fakat jeofizik problemlerinde

verilerin x ve y doğrultularında eşit olarak dağıldıkları durum gözönüne alınacaktır. Eğer veriler yukarıda tanımlandığı şekildeyse

$$P_{rs}(x,y) = P_r(x) \cdot P_s(y) \quad (24)$$

$$\sum_{x=0}^m P_r(x) P_j(x) = 0 \quad r \neq j \quad \text{ve} \quad \sum_{y=0}^{n-1} P_s(y) P_k(y) = 0 \quad s \neq k$$

Eğer x yönündeki ortogonal polinom  $\eta_r$ ' ve y yönündeki ortogonal polinomu  $\eta_s$ ' (bu dolaysız olarak tablosundan okunabilir) olarak gösterirsek, denklem (19) u aşağıdaki şekilde yazabiliriz:

$$T(x,y) = B_{00} + B_{10} \eta_1(x) + B_{01} \eta_1(y) + \dots + B_{rs} \eta_r(x) \eta_s(y) \quad (25)$$

Bulunması istenen katsayılar  $B_{rs}$  denklem (23) ten elde edilir.

$$B_{rs} = \frac{g_{rs}}{\sum_{j=0}^{m-1} \eta_r^2(j) \sum_{k=0}^{n-1} \eta_s^2(k)} \quad (26)$$

$$g_{rs} = \sum_{j=0}^{m-1} \sum_{k=0}^{n-1} G(x_j, y_k) \eta_r(j) \eta_s(k)$$

dir. Elde edilen  $B_{rs}$  katsayıları denklem (25) te yerine konularak istenilen trend elde edilir. Bu katsayılardan istenmeyenler sıfır yapılarak işleme sokulur. Burada katsayıların arttırılıp azaltılması bunların değerini değiştirmez.

p ve q ler için en iyi değerleri saptamak üzere  $Z_{rs}$  tablosunu oluştururuz.

$$Z_{rs} = \frac{g_{rs}}{\left( \sum_{j=0}^{m-1} \eta_r^2(j) \sum_{k=0}^{n-1} \eta_s^2(k) \right)^{1/2}} \quad (27)$$

Burada  $Z_{rs}$  ler gözlem değerlerinin  $G(x_j, y_k)$  x yönünde r'inci ve y yönünde s'inci farklarıyla doğrusal olarak ilişkilidir. Uygulama-

da  $Z^2_{rs}$  tablosunu oluşturmak ve trendi buradan seçmekte yarar vardır.  $Z^2_{rs}$  tablosundaki yüksek değerler kullanılması gereken  $B_{rs}$  katsayılarını verir. Bunun dışında kalan  $B_{rs}$  ler sıfır yapılır. Trendin x ve y yönlerinde eşit derecede olma koşulu yoktur. Eğer herhangi bir  $B_{rs}$  katsayısının anlamlığı tartışılmak isteniyorsa t — testi uygulaması yapılabilir

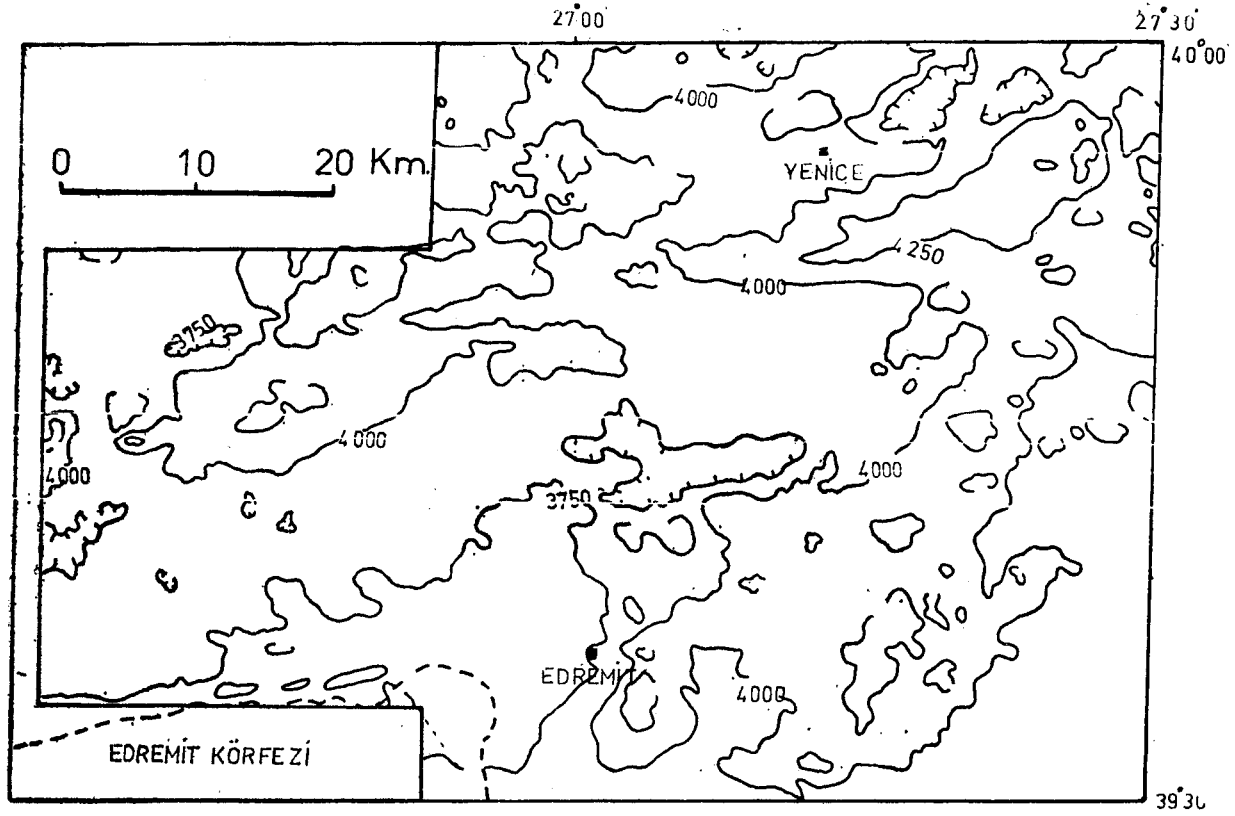
$$t_{rs} = \frac{(B_{rs} - 0) \left[ \sum_{j=0}^{m-1} \xi^j \sum_{k=0}^n \eta^k \right]^{1/2}}{\sum_{rs} z^2_{rs} / (mn - k - 1)} \quad (28)$$

burada (res) katsayı olarak kullanılmayan katsayılara karşılık  $Z^2_{rs}$  leri göstermektedir.  $\sqrt{\quad} = mn - k - 1$  ise bağımsızlık derecesidir. Bu testle herhangi bir katsayının sıfıra karşı  $\sqrt{\quad}$  bağımsızlık derecesine göre trend için kullanılıp kullanılmaması ortaya konur.

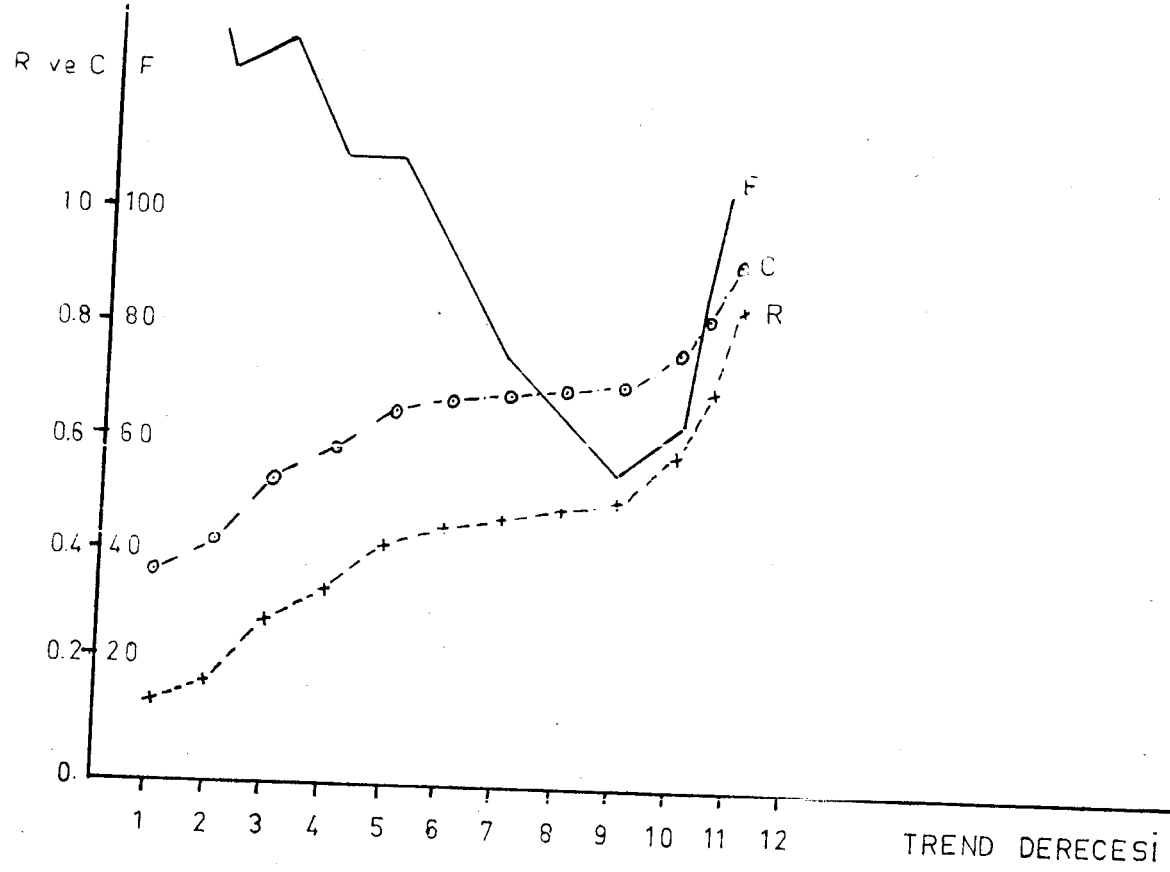
### C. UYGULAMA

Trend analizi uygulaması Şekil 1'de gösterilen havadan manyetik haritası üzerinde uygulanmıştır. Bu bölge Kazdağ'ların doğusunda olup Edremit ile Yenice bölgelerini içine almaktadır. Bölgedeki manyetik anomaliler GB — KD uzanımlı granodiyorit püskürükleri ve bölgenin güneydoğu bölümünü kaplıyan volkaniklerden gelmektedir (Ergün 1977 ve Sanver, 1974).

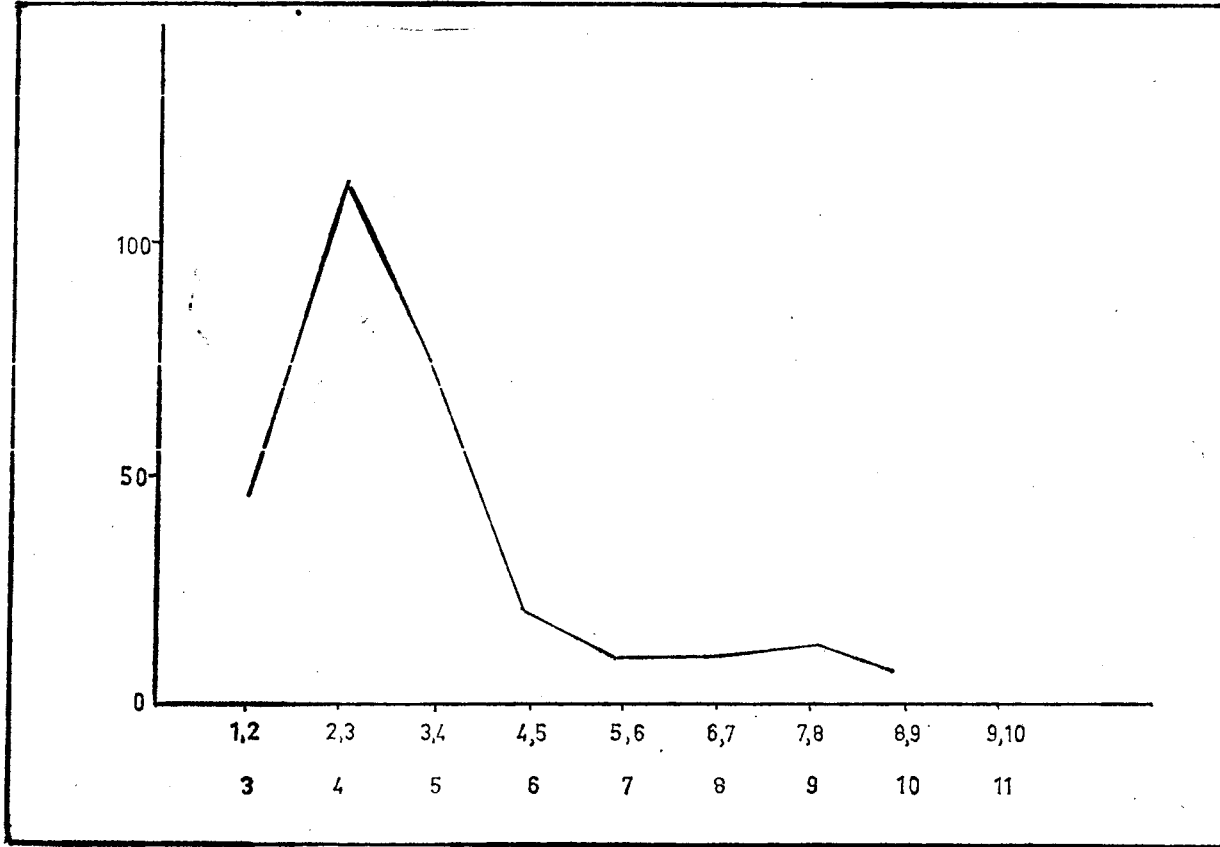
Her iki trend analizi yönteminde kullanılarak veriye en uygun trend bulunmaya çalışılmıştır. Normal polinom yönteminde aşamalı olarak trend derecesi arttırılarak korelasyon katsayısı ve F — katsayısı (Şekil 2) 1. dereceden 11. derece trende kadar ayrı ayrı saptanmışlardır. Grafikte görüldüğü gibi trend derecesi arttıkça korelasyon katsayısı artmakta F — katsayısı ise düşmektedir. Korelasyon katsayısındaki genel gidişte ilk kırılma 5. derecede olmaktadır. F katsayısı istatistiksel testini bir üst dereceye arttırmakla değişimler gözlenir. (Şekil 3). Görüldüğü gibi 1 ile 2, 2 ile 3, 3 ile 4 ve 4 ile 5 arasındaki F katsayıları testi değerleri büyük olmasına karşılık, 5 ile 6 arasındaki değer çok küçülmektedir. F — testi uygulamasında bağımsızlık derecelerine göre F katsayısı F — tablosundaki değerden küçükse trend derecesinin bir anlamı yoktur. Bu testlerden sonra 5. derece trend verimize uygundur diyebiliriz



Şekil 1 Kazdağ Masifinin Havadan Manyetik Haritası



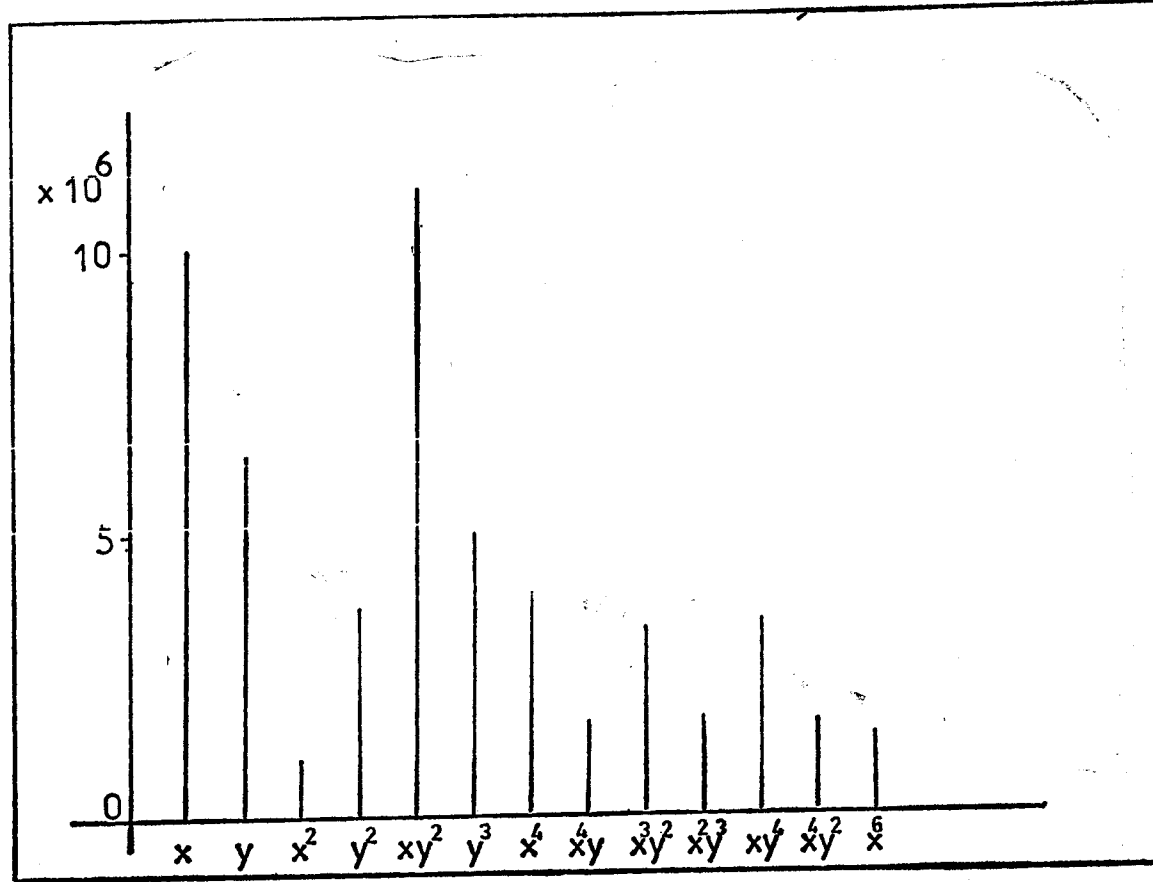
Şekil 2 İstatistikî testler



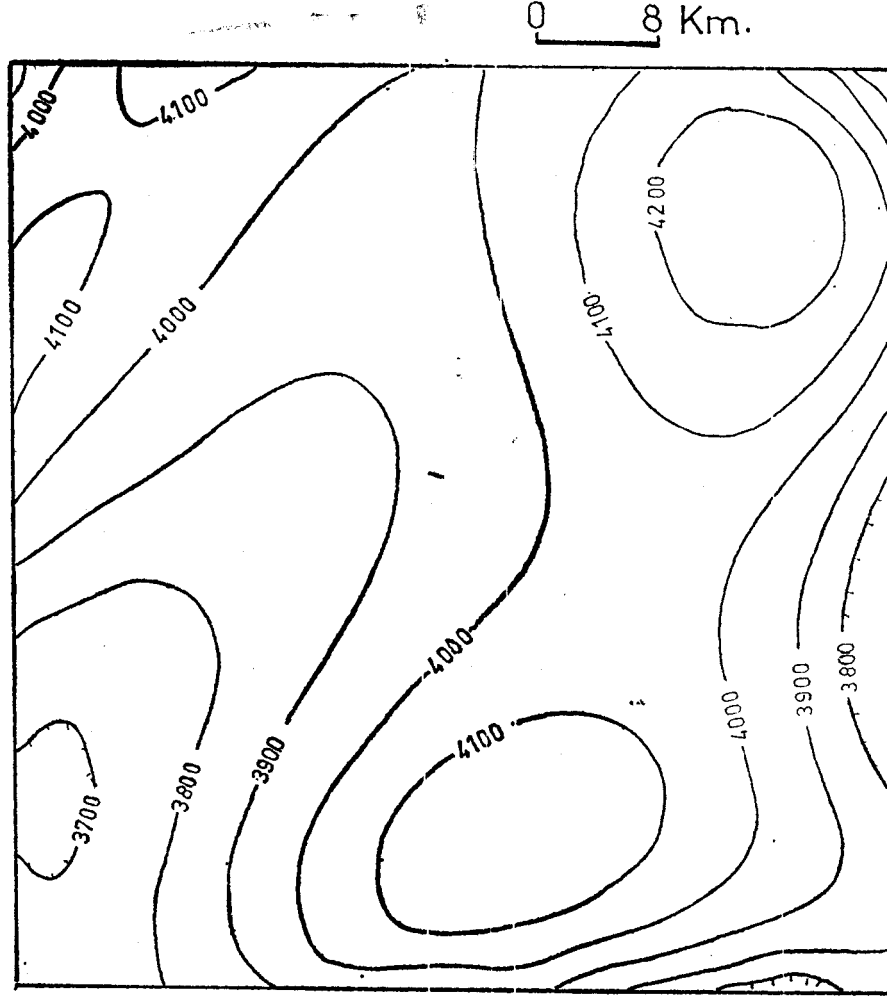
Şekil 3 F-oranı testi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	—	10.0	0.92	0.10	3.90	0.43	1.40	0.03	0.69	0.32	0.01	0.01	0.11
2	6.40	0.02	0.14	0.38	1.60	0.23	0.75	0.26	0.13	—	—	0.04	0.01
3	3.60	11.0	0.17	3.20	1.80	—	0.09	—	0.04	—	0.13	—	0.18
4	4.90	0.18	1.70	—	0.02	0.30	0.02	—	0.36	—	0.33	0.19	0.95
5	0.34	3.30	0.22	0.90	0.11	0.03	1.10	0.01	1.90	0.29	0.73	1.60	0.04
6	0.01	0.28	0.23	0.11	0.01	0.02	—	0.02	—	0.15	0.02	0.34	0.18
7	0.42	0.02	0.05	—	0.33	0.08	0.04	0.01	—	0.21	—	0.08	0.04
8	0.04	0.02	—	0.03	0.01	0.04	0.21	—	0.10	—	0.01	0.04	0.11
9	0.32	0.12	0.06	0.31	0.02	0.14	0.10	0.04	—	0.35	0.03	0.04	0.10
10	0.16	—	0.42	0.02	0.49	0.03	0.02	0.08	—	0.01	0.03	0.10	—
11	0.05	0.24	0.19	0.13	0.08	0.01	—	0.08	—	0.01	0.03	0.10	—
12	0.01	0.03	0.01	0.01	0.08	0.19	—	—	0.01	0.04	0.01	—	—
13	0.10	0.10	0.03	0.07	0.19	—	0.06	0.01	—	0.07	0.09	—	—

Şekil 4 Z<sup>2</sup> Tablosu



Şekil 5  $z^2$  düzeyinin önemli bileşenleri



Şekil 6 5. Derece Trend Haritası

Ortogonal polinomlar uygulamasında ise  $z^2$  testi ile sonuca ulaşılabilir (Şekil 4). Bu tabloyu incelersek değerler yaklaşık 5. derece olarak kabul edilebilir. En büyük  $z^2$  değerlerinin grafiksel dökümü yapılırsa (Şekil 5), bu durum kolayca görülmektedir.

Bölgenin uygun 5. derece trend haritası Şekil 6'da verilmiştir. Kazdağ masifinin çekirdeğini oluşturan ve haritanın güneybatısında yer alan eksi anomali ve bu kuşağı kuzeyden ve güneyden çevreleyen artı anomaliler ise GB — KD doğrultusunda uzanmaktadır.

#### D. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Trend analizinin kullanım alanı çok geniş ve yaygındır. Genel olarak verinin düzgün değişen kısmının matematiksel bir yüzey olarak gösterilmesidir. Böyle bir yüzeyi tanımlamak ise En Küçük Kareler olarak adlandırılan istatistiksel yöntem kullanılarak başarılabılır. Yüzeyin tanımlanması ise uygun trendi gösteren polinomun kat sayılarının elde edilmesi demektir. Bu çalışmada hem ortogonal hem de normal polinomlar yoluyla sonuca gidilmesinin teorisi ve ayarlaması yapılmıştır. İstenilen trend dereceleri ise korelasyon katsayıları, F - testi ve  $z^2$  uygulamaları ile saptanmıştır.

Trend analizinde en uygun trend diye birşey yoktur. En iyi trend sonuçta verinin kendisidir. Jeofizikte kullanma alanı çoğunlukla potansiyel veriler (gravite ve manyetik) içindir. Bu verilerin yeraltındaki uzak ve yakın tüm kaynakların bileşkelerinin toplamı olmasından dolayı elde edilen trendi amacımıza uygun «rejyonel» olarak tanımlayabiliriz. Amaca uygun trend yüzeyinin tek olma diye bir koşulu yoktur. Bu durum sürekli gözönünde bulundurulmalıdır.

#### E. DEĞİNİLEN KAYNAKLAR

- Davis, J.C., 1973. Statistics and data analysis in geology, wiley, New York.
- Draper, N.R. ve Smith, H., 1966. Applied regression analysis. wiley, New York.
- Ergün, M., 1977. Magnetic studies in Cyprus and the Biga peninsula, Turkey. Ph. D. Thesis, Leicester, England.
- Grant, F.S., 1957. A problem in the analysis of geophysical data. Geophysics, Vol : 12, p. 309 - 344.
- Krumbain, w.C., 1963. Confidence intervals on low order polynomial trend surfaces. Jour. Geoph. Res., Vol : 68. p. 5869 - 5878.
- Mendelbaum, H. 1963. Statistical and geological implications of trend mapping with non - ortogonal polynomials. Jour. Geoph. Res., Vol : 68, p. 505 - 519.
- Oldham, C.H.G. ve Sutherland, D.B., 1955. Orthogonal polynomials, their use in estimating the regional effect. Geophysics, Vol : 20, p. 295 - 306.
- Sanver, M., 1974. Ege bölgesi havadan manyetik haritasının iki boyutlu fizikler ve istatistik yöntemlerle analizi. Doçentlik Tezi, İ.T.Ü., İstanbul.