

Türkiye'de 1990-1996 Yılları Arasında Görülen Meningokoksik Menenjit Olgularının Fourier Analizi İle İncelenmesi

Mevlüt TÜRE¹, Kazım ÖZDAMAR²

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, toplumumuzda bildirim zorunlu bulaşıcı hastalıklardan olan meningokoksik menenjitin periyodik kalıplarının minimum hata ile belirlenmesinde Fourier Analizi'nin (FA) geçerliliği incelendi.

Gereç ve Yöntem: Türkiye'de 1990-1996 yılları arası bildirim zorunlu olan hastalıklardan meningokoksik menenjit olguları ele alındı ve bu hastalığın mevsimsel ve periyodik zaman kalıpları FA ile belirlenmiştir.

Bulgular: Menenjit olguları nüfusa göre standardize edilmiş ve trend analizi sonucunda standardize edilmiş değerlerin eksponansiyel olarak azalma gösterdiği bulunmuştur ($y=237.24e^{-0.014x}$; $t=-10.82$; $r=-0.77$; $p<0.001$).

Varyans Analizi (ANOVA) sonucunda 7 periyodisitenin anlamlı olduğu bulunmuştur. 1993 yılına kadar menenjit olgu bildirimleri yüksek seyrederken 1993 yılından itibaren olgu bildirimlerinde belirgin bir düşme gözlenmiştir. 1996 yılında durağanlaşmıştır. FA sonucunda 1993 yılında menenjit bildirimlerinde diğer yıllara göre belirgin bir artış olduğu gözlenmiştir. Menenjit olgularının kış ve ilk bahar aylarında (Ocak, Şubat, Mart ve Nisan) epidemi yaptığı, yaz ve sonbahar başlarında (Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim) olgu bildirimlerinin enaz düzeye indiği gözlenmiştir.

Sonuç: Toplumda görülen bulaşıcı hastalıkların mevsimsel ve periyodik dalgalanmaları FA ile enaz hata ile açıklanmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Fourier Analizi, bulaşıcı hastalıklar, periyodisite, zaman serileri analizi, meningokoksik menenjit.

SUMMARY

EVALUATION OF MENINGOCOCCIC MENINGITIS CASES BY FOURIER ANALYSIS IN TURKIYE BETWEEN 1990-1996

Purpose: In this study, the periodic time patterns of the meningococcic meningitis which is among the communicable disease was evaluated by the validity of the FA.

Material and Methods: The cases belong to the meningococcic meningitis between 1990-1996 in Turkey were dealt and seasonal and periodic time patterns of the diseases were determined by FA.

Finding: The cases of the meningococcic meningitis were standardized in accordance with the population and it is found that there is exponential decreement of the standardized values as a result of the trend analysis ($y=237.24e^{-0.014x}$; $t=-10.82$; $r=-0.77$; $p<0.001$).

As a result of analysis of variance (ANOVA), 7 periodicities were found to be significant. Till 1993, the rate of case reports were high, after then an absolute decreement was observed, in 1996, it stabilized. The case reports of meningococcic meningitis were found to be higher in 1993 than in the other years as a result of FA. An epidemia of meningococcic meningitis cases appear in spring and winter (January, February, March and April), whereas the reports reach the lowest level in summer and early autumn (July, August, September and October).

Conclusion: The periodicity and seasonal fluctuations of communicable diseases seen in the community are evaluated with the minimal error by FA.

Keywords: Fourier Analysis, communicable diseases, periodicity, time series analysis, meningococcic meningitis.

GİRİŞ

Bulaşıcı hastalıkların salgın şeklinde seyretmesi ve salgınlığın yüksek olması, toplumda hasta ve ölüm sayılarının artmasına neden olmaktadır. Ülkeler bu hastalıklarla savaşında büyük maddi kayıplara uğramaktadırlar. Eğer bir

bulaşıcı hastalık ortaya çıkmadan önce gerekli önlemler alınır ya da toplumda yer, kişi ve zamana göre dağılışı bilinirse, o zaman mali harcamalar yalnızca hastalıktan korunmak için yapılacak ve dolayısıyla toplumdaki yıkımlar daha da az olacaktır (1-3).

¹: Trakya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı

²: Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı

Salgın hastalıklar, toplumda kimi yıllarda yüksek kimi yıllarda ise düşük sayıda gözlenmekte olup, periyodisite göstermektedir. Bu tip bulaşıcı hastalıkların hangi yıllarda yüksek hangi yıllarda düşüş gösterdiğinin ve kaç yıllık bir periyodisiteye sahip olduğunun belirlenmesi sağlık sorunlarının çözülmesi açısından büyük önem taşımaktadır (1, 4-9).

Zaman Serileri Analizi, sağlık bilimlerinde zamana bağlı olarak değişim gösteren sağlık sorunlarının incelenmesinde yararlanılan duyarlı istatistiksel yöntemlerden biridir. Kimi hastalıkların görülme sıklıklarının toplumun yıllara göre değişen doğum ve ölüm hızlarından etkilenmesi, ayrıca hekime ya da hastaneye başvuranların tam olarak saptanamaması, hastalık sayılarının belirli zaman birimleri içinde değişime uğraması, bildirim eksikliği gibi nedenlerle toplumda hastalıkların görülme, yayılma, yer, zaman ve kişi özelliklerine ilişkin hastalık kalıplarının gerçek olarak çıkarılmasında güçlükler doğmaktadır. Geliştirilen istatistik ve epidemiyolojik yöntemlerle, yapısal özelliklerin gerçeği yansıtacak biçimde belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle Zaman Serileri Analizi, sağlık bilimlerinde yaygın olarak kullanılan bir yöntem olmaktadır (10, 11,). Zaman Serileri Analizi ile hem bir olayın belirli bir zaman aralıkları içinde nasıl bir değişime uğradığı belirlenebilir hem de bu değişimlerden yararlanarak ileriye yönelik kestirimler yapılabilir (12, 13).

Bulaşıcı hastalıklar epidemiyolojisinin incelenmesinde, istatistiksel yöntemlerden yararlanma yeni bir analiz yaklaşımı değildir. Yalnız, hastalık olgularının mevsimsel ve yıllara göre periyodisite göstermesi nedeniyle, çok duyarlı bir yöntem olan Spektral Analiz (Periyodik Regresyon) ile ele alınması oldukça yenidir.

Bulaşıcı hastalıklar zamana göre dalgalanmalar (periyodisite) gösterdiğinden, Spektral Analiz yöntemlerinden olan FA ile incelenmesi durumunda, hastalığın matematiksel bir model ile açıklanması ve toplumdaki gerçek gözlenme kalıbının ortaya çıkarılması olanaklı olabilecektir (12).

GEREÇ VE YÖNTEM

Veriler

Bu araştırmada, 1990-1996 yılları arasında Türkiye'de bildirim zorunlu olan hastalıklardan meningokoksik menenjit olguları aylara göre ele alınmıştır.

Araştırmaya alınan hastalık olgu sayıları

risk altındaki toplum (yıl ortası nüfus) ile standardize edilmiş ve standardizasyon için aşağıdaki formül kullanılmıştır (3).

$$\text{Standardize Edilmiş Veriler} = \frac{\text{Hastalık Olgu Verileri}}{\text{Risk Altındaki Toplum}} * k$$

Periyodisite

Belirli bir zaman aralığında olayların benzer biçimde yinelenmesine "periyodisite" adı verilir. t zaman periyodunda kendini yineleyen bir serinin gözlem değerleri ortalama etrafında zamana göre düzenli azalma ve artışlar gösterir. Bu tür dalgalanmalara "düzgün dalgalanma" adı verilir (12). Düzgün bir dalga ve bunun matematiksel anlatımı olan periyodik fonksiyon 3 parametreye sahiptir. Bunlar; periyod (l), genlik (G) (amplitüd) ve faz (f) olup Şekil-1'de gösterilmiştir.

a) Periyod (Dalga boyu): Dalganın ortalamaya eşit olduğu noktadan başlayarak bir tepe bir de dip noktası yaptıktan sonra ortalamaya eşit oluncaya dek geçen zamana (uzunluğa) "periyod" denir. Eğer Şekil-1'deki fonksiyon bir zaman serisi ise; periyod, dalgalanmanın tamamlanması için geçen süre olacaktır. Genel bir ifade ile k herhangi bir tam sayı olmak üzere;

$$z_t = f(t) = f(t + k\lambda) \quad k = 1, 2, \dots$$

ise ; $\{z_t\}$ periyodu λ olan bir periyodik seri, $f(t)$ ise periyodik bir fonksiyondur.

Birim zamana düşen dalga sayısı, dalganın frekansı olarak tanımlanır. Frekans f ile gösterilirse, $f=1/\lambda$ olur. Periyodun birimi "zaman birimi/dalga", frekansın birimi ise "dalga/zaman birimi"dir. Eğer bir zaman serisi 12 ayda tamamlanan dalgalardan oluşuyorsa, bu seri bir ayda bir dalganın 1/12'sini tamamlar. Eğer seri hiçbir dalgalanma göstermiyorsa yani $z_t = k$ ise serinin periyodu sonsuzdur ya da frekansı sıfırdır (12).

b) Bir dalganın periyodunun yanında, tepe ya da dip noktalarının ortalamaya olan uzaklıklarının da bilinmesi gereklidir. Bu uzaklıklara dalganın genliği (amplitüd) denir.

c) Düzgün bir dalganın belirlenebilmesi için üçüncü olarak dalganın ilk tepe ya da dip noktasının başlangıç noktasına olan uzaklığının bilinmesi gerekmektedir. Bu uzaklığa faz denir. Şekil-1'de görüldüğü gibi faz, T1 tepe noktasının $z_t = k$ eksenine olan uzaklığıdır (12).

Durağanlık

Bir $\{z_t\}$ serisini gösteren dalganın periyod, genlik ve faz özelliğinden başka bir özelliği daha vardır. Eğer bir zaman serisinde $G_t = G$, $\lambda_t = \lambda$ ve

$$\frac{d\mu}{dt} = 0 \text{ ise, yani zamana göre genliği, periyodu}$$

ve ortalaması değişmiyorsa bu serilere "durağan seriler" denir (12).

Durağan zaman serilerinde Şekil-2'de gösterilen türden dalgalanmalar gözlenebilir. Şekil-2a, λ dalga uzunluğuna sahip olan bir sinüzoidal dalgadır. Buna "birinci harmonik" ya da "temel (fundamental) frekans" denir. Şekil-2b'deki dalga Şekil-2a'daki dalga ile aynı fakat dalga uzunluğu $\lambda/2$ 'dir. Buna da "ikinci harmonik" denir. Şekil-2c'deki dalga ise "üçüncü harmonik" olarak isimlendirilir ve $\lambda/3$ dalga uzunluğuna sahiptir. Şekil-2d'deki dalga, birinci ve ikinci harmoniklerin bileşimi şeklindedir ($d=a+b$). Şekil-2e'deki dalga birinci ve üçüncü harmoniklerin bileşimi sonucunda oluşur ($e=a+c$). Şekil-2f'de görülen dalga ise ilk üç dalganın toplamından oluşur ($f=a+b+c$). Karmaşık dalga biçimleri ardarda gelen harmoniklerin eklenmesiyle oluşurlar. Verilen herhangi bir fonksiyon, harmonik oluşturuyorsa bu fonksiyonun genliği sıfır olur (12).

Zaman serisinin FA ile incelenebilmesi için durağan olması gerekir. Bu nedenle serinin trendinin olup olmadığına bakılır. Uygulamada en çok doğrusal ($Z_t = a+bt$), eksponansiyel ($Z_t = ae^{bt}$), geometrik ($Z_t = ab^t$) ve logaritmik ($Z_t = a+b \ln(t)$) denklemler kullanılır. Bu denklemlerin en uygun olanı; Student t testi ile b katsayısının anlamlılığı test edilerek bulunur. En uygun denklem bulunduktan sonra, bu denklemin eğimi serinin gözlem değerlerinden çıkarılarak, seri trendden arındırılmış olur ($Z'_t = Z_t - bt$) (12, 14, 15).

Fourier Analizi

Fourier analizi, periyodisite gösteren durağan zaman serilerinin periyodisitelerinin incelenip yorumlanmasında ve periyodik bir biçimde minimum bir hata ile geleceğe yönelik kestirimlerin yapılmasında kullanılan yöntemlerden birisidir.

Bir zaman serisi, düzenli tek bir periyodik fonksiyonun grafiği ile gösterilemez. Ele alınan zaman serileri düzensiz, hatta kimi kez periyodisitesi belli olmayan eğimli verilerdir. Hastalık olgu sayıları aylara göre ele alındığında sinüs eğrilerine uyar (12, 16-18). Zamana göre hastalık olgularının trend eğimi çıkarılarak durağan hale getirilmiş zaman serisinin periyodu, genlikler

farklı olduğundan gözlem sayısı (n) kadar alınır. Bu durum Şekil-3'te gösterilmiştir.

Fourier modeli aşağıdaki gibi tanımlanır,

$$z_t = \bar{x} + \sum_{i=1}^n a_i \cos(w_i t) + \sum_{i=1}^n b_i \sin(w_i t) + e_t$$

ve modelin parametre değerleri En Küçük Kareler Yöntemi'ne (EKKY) göre aşağıdaki gibi elde edilir (12, 18, 19).

$$a_i = \begin{cases} \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n z_t \cos(w_i t), & i = 0, n \\ \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n z_t \cos(w_i t), & i = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$$

$$b_i = \begin{cases} \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n z_t \sin(w_i t), & i = 0, n \\ \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n z_t \sin(w_i t), & i = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$$

Burada $w_i = 2\pi (i/n)$, $e_t = z_t - \bar{z}$,

$f_i = i/n$ ve genlikler $g_i = G_i = \sqrt{a_i^2 + b_i^2}$ 'dir (12, 16-18, 20-22).

Varyans Analizi (ANOVA)

FA sonucunda bulunan modelin uygunluğu ANOVA ile test edilir. ANOVA'da her bir periyodik bileşenler test edildiğinden en önemli olan periyodik bileşenler Fourier modelini oluştururlar (12, 16).

Bir zaman serisinin ortalamadan farklar kareler toplamı,

$$\sum_{t=1}^n (z_t - \bar{z})^2 = (n/2) \sum_{i=1}^{n-1} g_i^2 + n g_n^2$$

ve serinin toplam varyansı,

$$\sigma^2 = (1/2) \sum_{i=1}^{n-1} g_i^2 + g_n^2$$

biçiminde hesaplanır (12, 16, 17).

frekansındaki şiddet ile gösterilirse,

$$I(f_i) = \begin{cases} n g_i^2 & , i = n \\ (n/2) g_i^2 & , i = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$$

şeklinde hesaplanır. frekansındaki şiddetler periyodik bileşenlerin Kareler Toplamı (KT) olarak isimlendirilir ve serbestlik derecelerine bölünmesi

ile Kareler Ortalaması (KO) elde edilir (12, 16).

$$KT_i = I(f_i), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$KO_i = \begin{cases} I(f_i), & i = n \\ \frac{1}{2}I(f_i), & i = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$$

Hata Kareler Toplamı (HKT) ve Hata Kareler Ortalaması (HKO) sırası ile

$$HKT = \sum_{i=1}^n I(f_i) \text{ ve } HKO = \sum_{i=1}^n I(f_i) / HSD$$

şeklinde bulunur (HSD: Hata Serbestlik Derecesi).

Her bir periyodik bileşenin kareler ortalamasının hata kareler ortalamasına bölünmesi ile F test istatistiği elde edilir.

$$F_i = KO_i / HKO, \quad i=1, 2, \dots, n$$

Modelin hipotezleri;

$$H_0: G_i = 0$$

$$H_1: G_i \neq 0$$

biçiminde kurulur.

BULGULAR

Meningokoksik menenjitin 1990-1996 yılları arasındaki aylara göre bildirimleri nüfusun değişimine göre gerçek yapısını vermediğinden, risk altındaki toplum ile (tüm nüfusa göre) standardize edilmiştir. Standardize edilmiş zaman serisinin FA'ya uygun olup olmadığını belirlemek için trend analizi uygulanmış ve Tablo-1'deki sonuçlar elde edilmiş yani insidans hızlarına dönüştürülmüştür.

Tablo-1 incelendiğinde, standardize edilmiş meningokoksik menenjit olgu bildirimleri zamana göre eksponansiyel olarak azalma göstermektedir ($p < 0.001$). Zaman serisini durağan duruma getirmek için en uygun modelin eğimi (bt) standardize edilmiş değerlerden çıkarılmıştır. Durağan duruma getirilmiş verilere FA uygulanmış ve ANOVA sonucunda ilk 7 genliğin hastalık olgularının periyodisitesini açıkladığı görülmüştür ($F=18.31$; $p < 0.001$). Bu duruma göre Fourier denklemi,

$$z_t = 246.51 + 1.83 \cdot \cos(0.07 \cdot t) + 0.19 \cdot \sin(0.07 \cdot t) + 0.79 \cdot \cos(0.15 \cdot t) - 15.71 \cdot \sin(0.15 \cdot t) - 4.50 \cdot \cos(0.22 \cdot t) - 10.85 \cdot \sin(0.22 \cdot t) + 4.65 \cdot \cos(0.30 \cdot t) - 5.37 \cdot \sin(0.30 \cdot t) - 8.11 \cdot \cos(0.37 \cdot t) + 1.79 \cdot \sin(0.37 \cdot t) + 2.62 \cdot \cos(0.45 \cdot t)$$

$$- 17.48 \cdot \sin(0.45 \cdot t) - 12.21 \cdot \cos(0.52 \cdot t) + 64.13 \cdot \sin(0.52 \cdot t)$$

biçiminde belirlenmiştir.

Meningokoksik menenjit olgularının gözlem verileri, risk altındaki topluma göre standardize edilmiş değerleri ve eksponansiyel denklem sonucu elde edilmiş eğim Şekil-4'te, durağan duruma getirilmiş değerleri ile FA sonucu elde edilmiş kuramsal değerleri Şekil-5'te verilmiştir.

Şekil-4 incelendiğinde 7 yıllık zaman periyodunda meningokoksik menenjit bildirimleri 1990-1996 yılları arasında eksponansiyel olarak azalma göstermiştir. 1993 yılına dek menenjit olguları yüksek iken, 1993 yılından itibaren olgu bildirimlerinde belirgin bir düşme gözlenmiştir. Şekil-5 incelendiğinde 1993 yılında meningokoksik menenjit bildirimlerinde diğer yıllara göre belirgin bir artış gözlenmektedir. Meningokoksik menenjit olguları kış ve ilkbahar aylarında epidemiy göstermektedir. Özellikle Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında tepeleşme gözlenmektedir. Yaz ve sonbahar başlarında (Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim ayları) olgu bildirimleri enaz düzeye inmektedir. Şekil-4 ve Şekil-5 birlikte incelendiğinde 1996 yılında menenjit olgu bildirimlerinde meydana gelen azalmanın durduğu gözlenmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Hastalıklarla savaşmada hastalık türlerine göre yapısal analizlerin yapılması ve periyodisite sıklığının belirlenmesinde FA önemli bir yer tutar. Toplumda görülen bulaşıcı ve bulaşıcı olmayan hastalıkların mevsimsel ve periyodik dalgalanmalar gösterip göstermediğini matematiksel modeller ile en iyi şekilde açıklamada FA etkin bir yöntemdir.

Hastalıkların hangi aylarda en çok, hangi aylarda en az düzeyde gözleendiğinin, hangi yıllarda salgın (epidemi) karakterine sahip olduğunun analiz edilmesinde ve bu sonuçlara göre kararların alınmasında FA diğer istatistiksel yöntemlerden daha nesnel bir araç olarak görülmektedir.

FA ile 1990-1996 yılları arasında meningokoksik menenjit olguları incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

· İncelenen zaman aralığında meningokoksik menenjit olguları eksponansiyel olarak azalma göstermiştir.

· Yedi periyodik bileşene sahiptir. 1993 yılında epidemiy yapmıştır.

· Kış ve ilkbahar başlangıcında (Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında) tepeleşme yapmış, yaz ve sonbahar başlarında (Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında) enaz düzeye inmiştir.

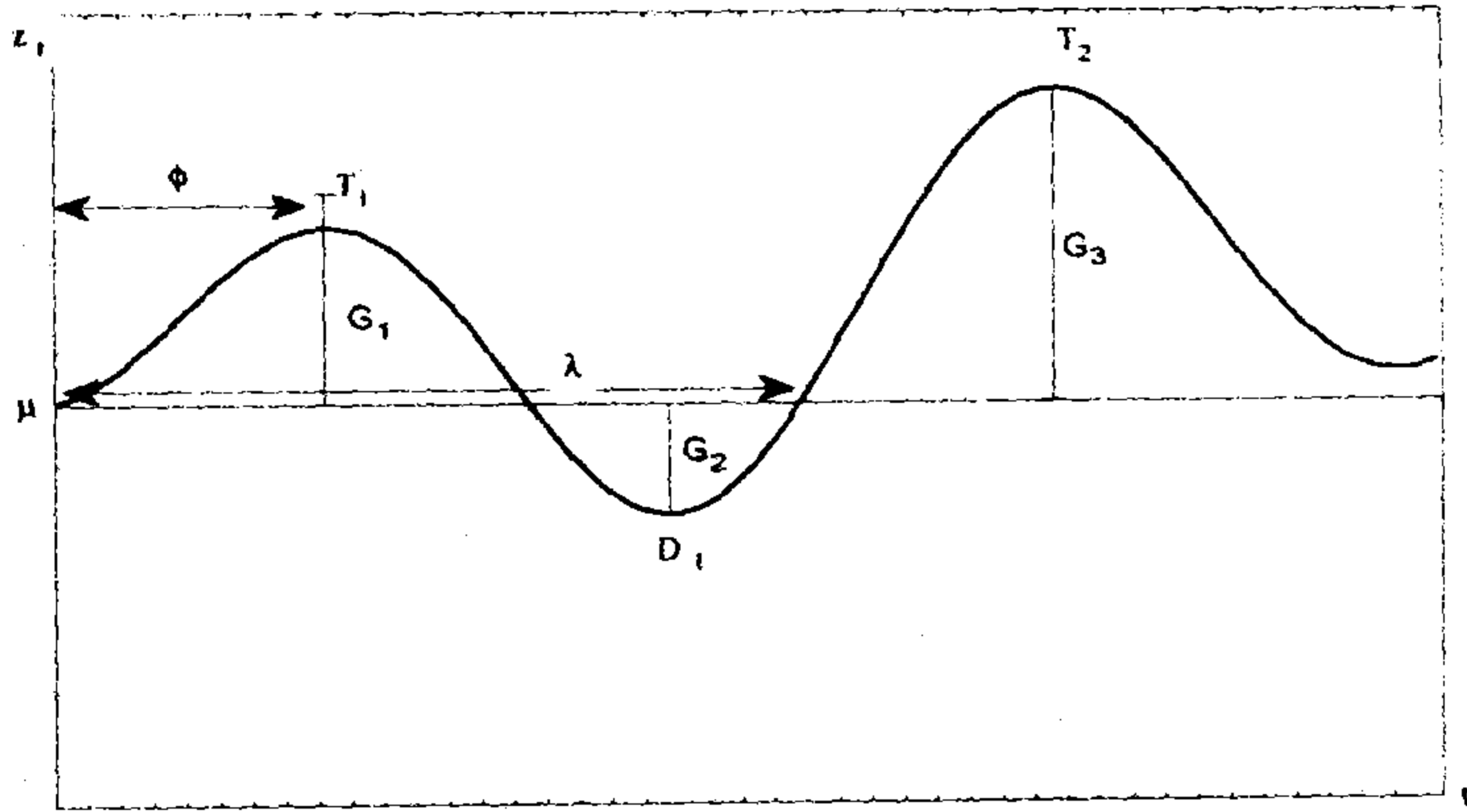
TÜRKİYE'DE 1990-1996 YILLARI ARASINDA GÖRÜLEN MENİNGOKOKSİK MENENJİT...

Bulaşıcı olan ya da olmayan bütün hastalıkların zaman kalıplarının ortaya konması, hastalıkların mevsimselliklerinin ve periyodisitelerinin açıklanarak yorumlanması verilerin güvenilirliği ile doğru orantılıdır. Özellikle bulaşıcı hastalıklar üzerine alınacak önlemler, verilerin doğruluğu ile istatistiksel analizlerin

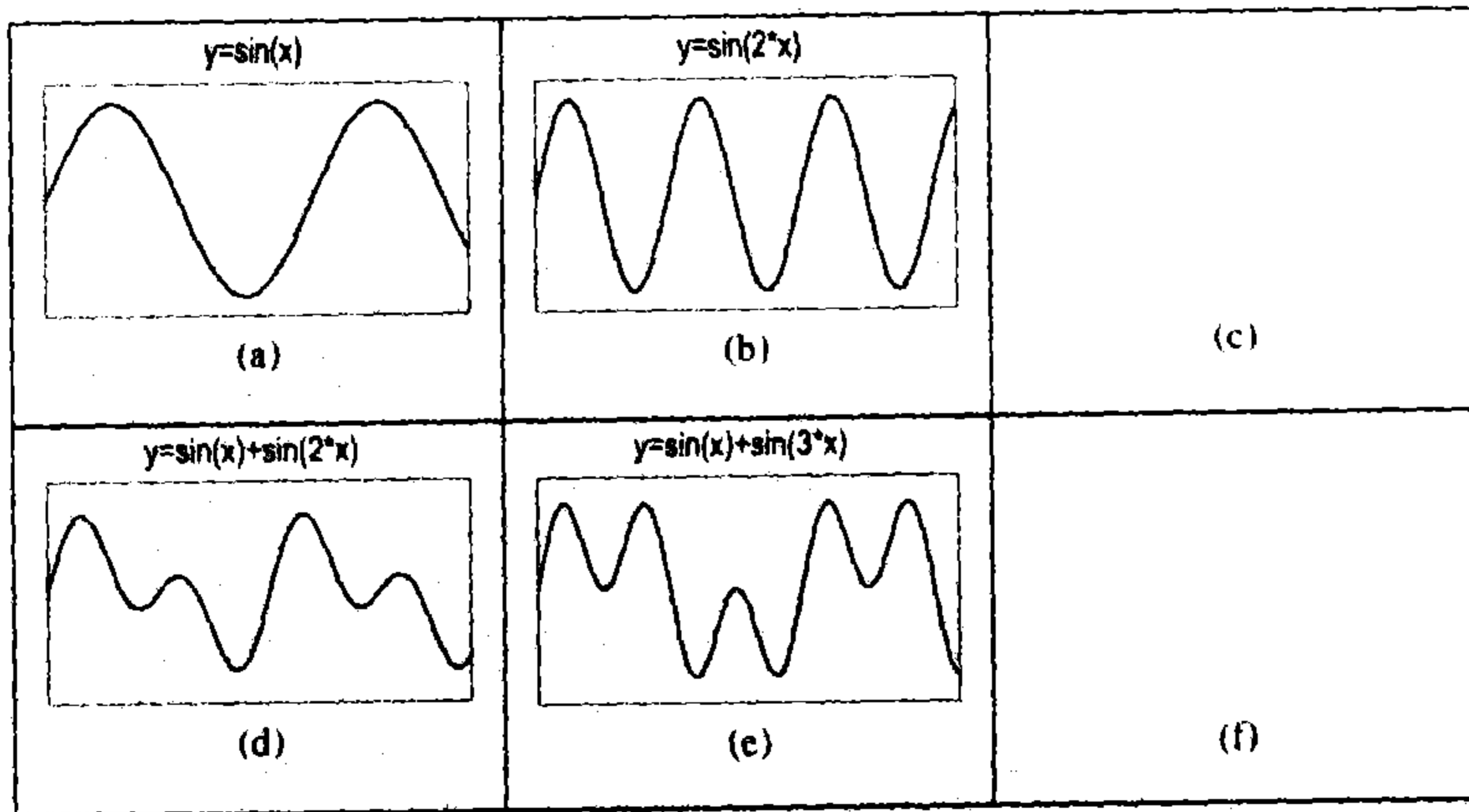
güvenilirliğine bağlıdır. İstatistiksel yöntemler ne denli iyi seçilirse seçilsin, işlemler ne denli hatasız yapılırsa yapılsın, veriler güvenilir olmadığı sürece hastalıklar hakkında alınacak önlemler yanlış olacaktır. Bu nedenle verilerin toplanmasında büyük titizlik gösterilmelidir.

Tablo-1: Dört farklı modele göre elde edilen standardize serinin trend analizi sonuçları.

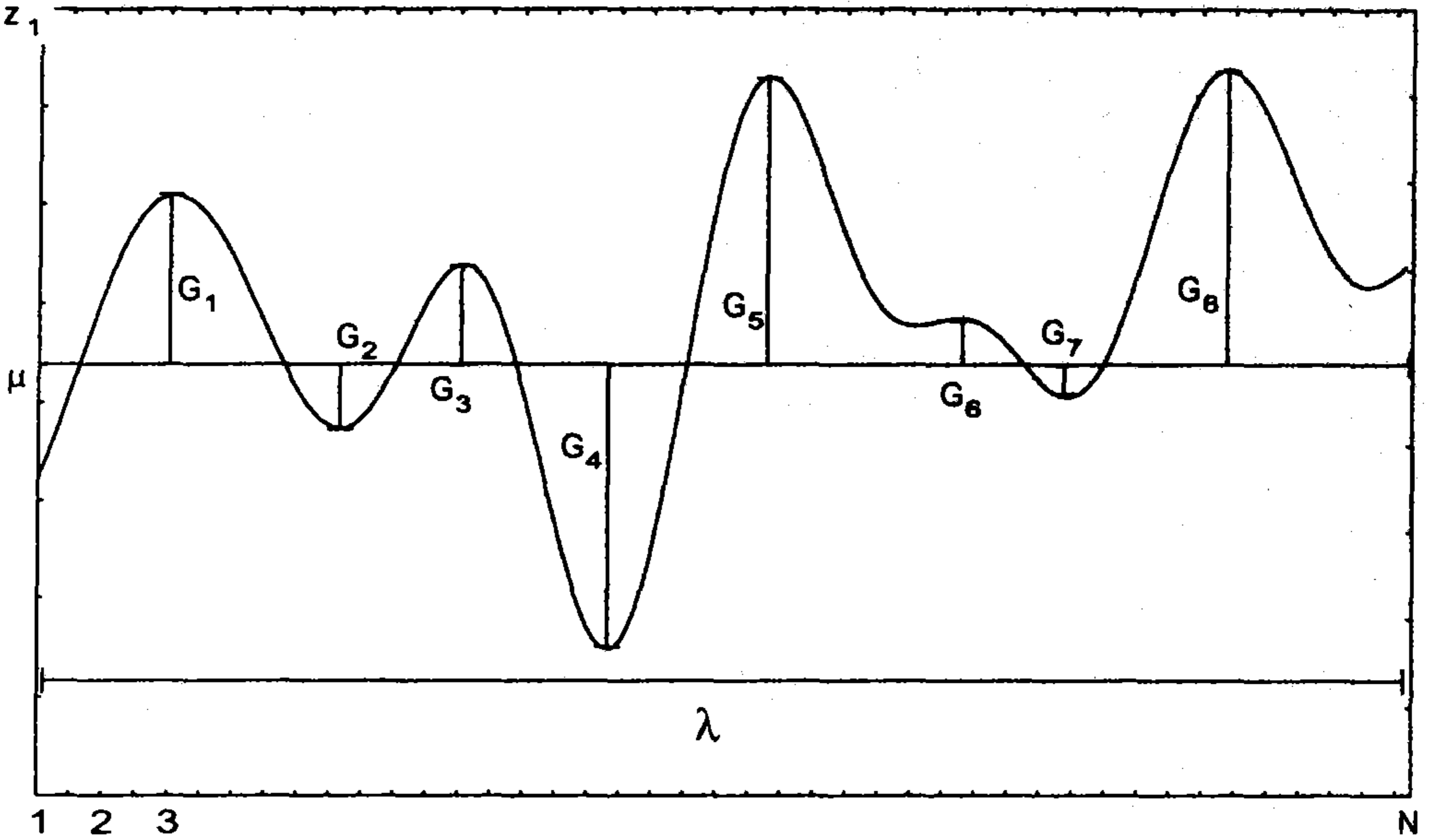
Trend Analizi	Model	t	r	Önemlilik
Doğrusal	$y = 226.40 - 1.90x$	-10.22	-0.75	$p < 0.001$
Eksponansiyel	$y = 237.24 e^{-0.014x}$	-10.82	-0.77	$p < 0.001$
Geometrik	$y = 416.98 - 0.33^x$	-8.89	-0.70	$p < 0.001$
Logaritmik	$y = 315.23 - 48.87 \ln(x)$	-9.57	-0.73	$p < 0.001$



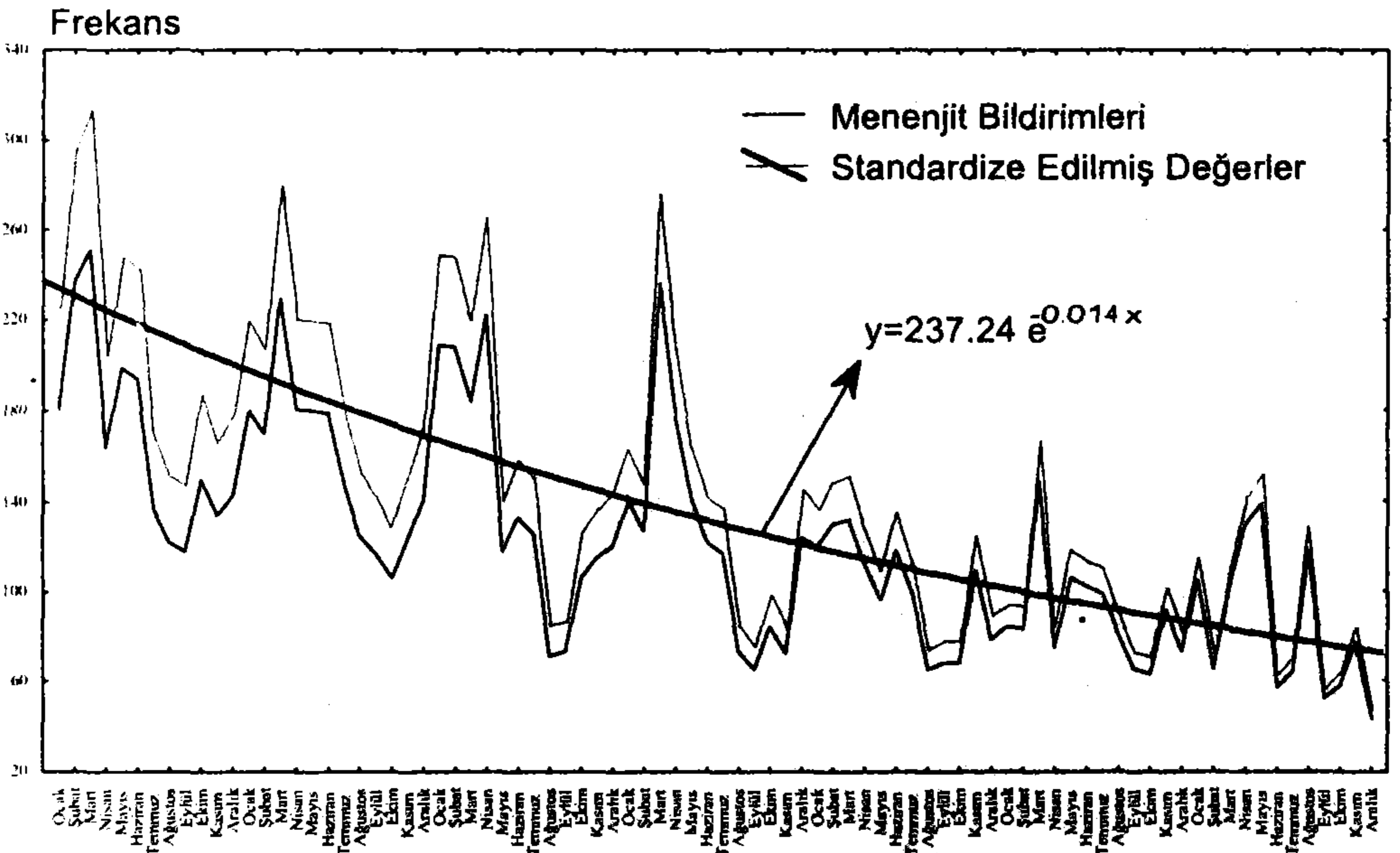
Şekil-1: Periyodik bir fonksiyonun dağılış grafiği ve parametreleri



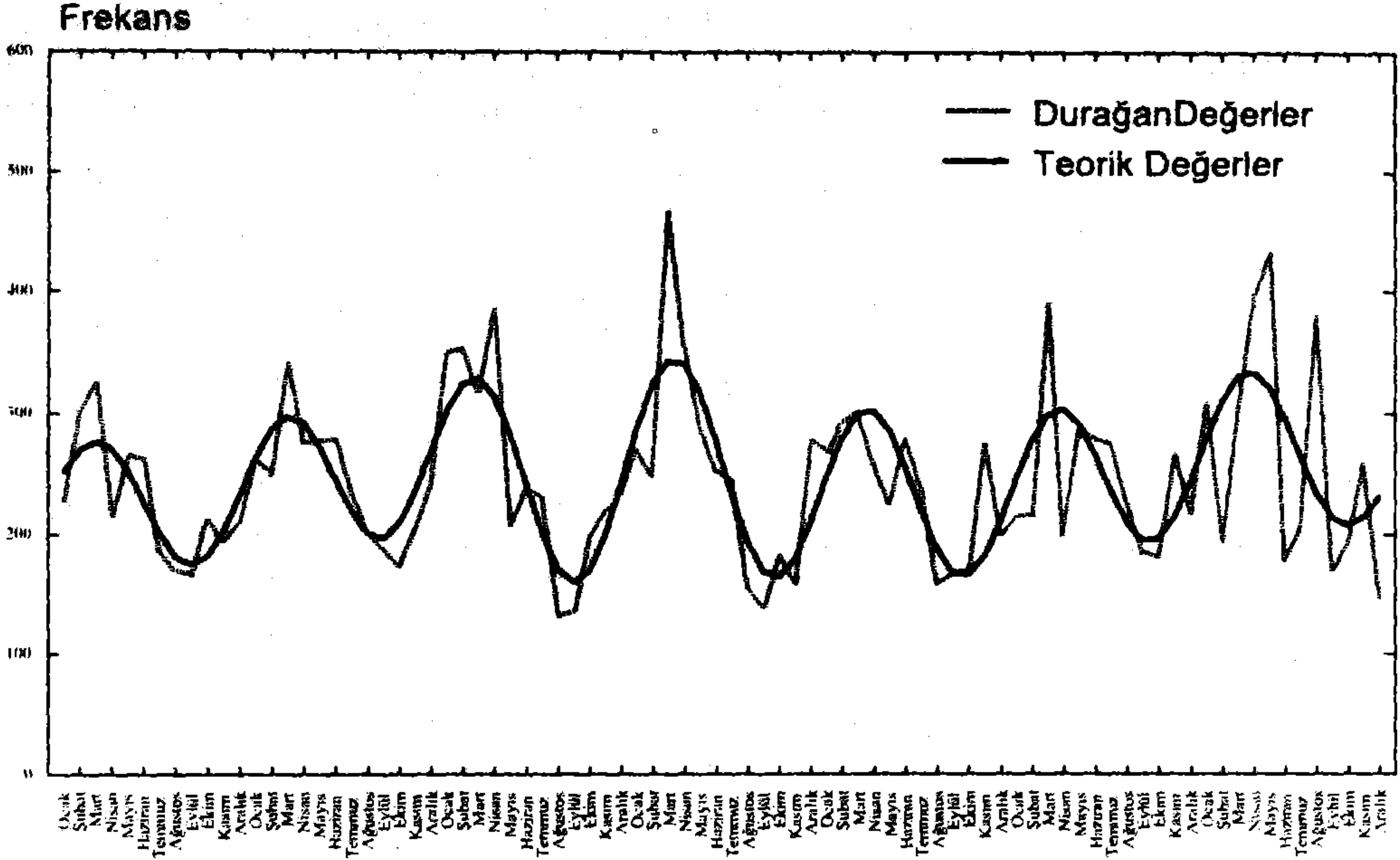
Şekil-2: Zaman serilerinin çeşitli dalgalanma biçimleri.



Şekil-3: Bir zaman serisinin varsayımsal periyodisitesi



Şekil-4: Türkiye'de 1993-1996 yılları arasındaki meningokoksik menenjit olgularının aylara göre bildirim değerleri ile standardize edilmiş değerlerin ve trend analizinin grafiği.



Şekil-5: Türkiye'de 1993-1996 yılları arasındaki meningo-koksik menenjit olgularının durağan hale getirilmiş değerleri ile kuramsal değerlerin grafiği.

KULLANILAN BİLGİSAYAR PROGRAMI

```

1 *****
2 *   BU PROGRAM ZAMAN SERİLERİNDE *
3 *   FOURIER ANALİZİ YAPMAKTADIR *
4 *   Programlayan Mevlüt TÜRE *
5 *****
6 CLS : READ n, C, k
7 DIM X(n, C), T(n), z(n), X1(n), W(n), A(n), B(n), G(n), Q(n), F(n), FI(n), V(n)
8 DIM IIF(n), FF(n), P(n), KO(n), TZ(n), E(n), TT(n + k), R(n + k), YIL(n), XX(n), Z1(n)
9 PRINT STRING$(79, 205)
10 FOR I = 1 TO N: FOR J = 1 TO C
11 READ X(I, J): PRINT USING "#####"; X(I, J); : NEXT: PRINT : NEXT
12 PRINT STRING$(79, 205): PRINT
13 FOR I = 1 TO N: FOR J = 1 TO C
14 T(I) = X(I, 1) + X(I, 2) * 30 + X(I, 3)
15 Z(I) = X(I, 4)
16 NEXT: NEXT: FOR i = 1 TO n: READ z(i): NEXT
17 GOSUB 122
18 PRINT " [5]- HIÇBİRİ..."
19 PRINT : PRINT
20 PRINT "PARAMETRELERDEN HANGİSİ ÖNEMLİDİR ? "
21 INPUT " SEÇİMİNİZ ==>", SEC
22 PRINT : PRINT
23 IF SEC < 1 OR SEC > 5 THEN 21
24 IF SEC = 5 THEN 30
25 PRINT TAB(30); "EGİMİ ÇIKARILMIŞ SERİ": PRINT STRING$(79, 205)
26 IF SEC = 1 THEN FOR i = 1 TO n: z(i) = z(i) - BD * i: PRINT USING "#####.##"; z(i); : NEXT: GOTO
30

```

M. TÜRE, K. ÖZDAMAR

```
27 IF SEC = 2 THEN FOR i = 1 TO n: z(i) = EXP(LOG(z(i)) - BE * i): PRINT USING "#####.##"; z(i); :
  NEXT: GOTO 30
28 IF SEC = 3 THEN FOR i = 1 TO n: z(i) = z(i) - BL * LOG(i): : PRINT USING "#####.##"; z(i); : NEXT:
  GOTO 30
29 IF SEC = 4 THEN FOR i = 1 TO n: z(i) = EXP(LOG(z(i)) - BG * LOG(i)): PRINT USING "#####.##";
  z(i); : NEXT
30 PRINT STRING$(79, 205)
31 INPUT " HAREKETLİ ORT.ALMAK İSTİYORMUSUNUZ [ E , H ] ", AS
32 IF AS = "H" THEN 35
33 IF AS <> "E" THEN 31 ELSE GOSUB 11035 '=====
36 **** FOURIER ANALİZİ ****
37 '=====
39 CLS : PRINT
40 PRINT " i"; TAB(12); "Gi"; TAB(20); "ai"; TAB(28); "bi"; TAB(35); "period"; TAB(44); "frekans";
  TAB(56); "wi"; TAB(67); "Fi"; TAB(74); "Qi"
41 PRINT STRING$(79, 205)
42 N1 = INT(n / 2): TZ = 0: T1 = 0: T2 = 0
43 FOR i = 1 TO N1: W(i) = (2 * 3.14159 * i) / n: NEXT
44 FOR T = 1 TO n: TZ = TZ + z(T)
45 T1 = T1 + (z(T) * COS(W(N1) * T))
46 T2 = T2 + (z(T) * SIN(W(N1) * T)): NEXT
47 A0 = TZ / n: A(0) = A0: A(N1) = T1 / n: B(N1) = T2 / n
48 FOR i = 1 TO N1 - 1: FOR T = 1 TO n
49 A(i) = A(i) + (2 * z(T) * COS(W(i) * T)) / n
50 B(i) = B(i) + (2 * z(T) * SIN(W(i) * T)) / n
51 NEXT: NEXT: FOR i = 1 TO N1
52 IF i = N1 THEN SD = 1 ELSE SD = 2
53 HSD = HSD + SD: G(i) = SQR(A(i) ^ 2 + B(i) ^ 2)
55 F(i) = i / n: P(i) = 1 / F(i): Q(i) = ATN(B(i) / A(i))
57 FI(i) = Q(i) / (2 * 3.14159 * F(i))
58 PRINT i; TAB(7); USING "#####.##"; G(i); A(i); B(i); : PRINT TAB(32); USING "#####.##"; P(i);
  F(i); W(i); : PRINT TAB(63); USING "#####.##"; FI(i); Q(i): NEXT
59 PRINT : PRINT STRING$(79, "*"): PRINT
60 FOR i = 1 TO N1 - 1
61 V(i) = G(i) ^ 2 : IIF(i) = (n / 2) * G(i) ^ 2
63 KO(i) = IIF(i) / 2 : TIF = TIF + IIF(i)
65 V1 = V1 + V(i): NEXT
66 TV = V1 + G(N1) ^ 2 : JIF(N1) = n * G(N1) ^ 2
68 KO(N1) = IIF(N1) : GV = TIF / (HSD)
70 QS = INKEY$: INPUT "BİR TUŞA BASINIZ ", QS
71 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT " VARYANS ANALİZİ TABLOSU "
72 PRINT STRING$(79, 205)
73 PRINT " i"; TAB(7); " E T K İ L E R "; TAB(30); "K.TOP."; TAB(40); "SD"; TAB(48); "K.ORT.";
  TAB(58); "F"; TAB(68); "P"
74 PRINT STRING$(79, 205)
75 FOR i = 1 TO N1: FF(i) = KO(i) / GV: F = FF(i)
76 IF i = N1 THEN SD = 1 ELSE SD = 2
77 SD1 = SD: SD2 = HSD
78 GOSUB 202
79 GOSUB 219
80 PRINT i; TAB(5); "a"; USING "##"; i; : PRINT " b"; USING "##"; i; : PRINT "'in etkisi"; TAB(24);
  USING "#####.###"; IIF(i); : PRINT TAB(40); SD; USING "#####.###"; KO(i); : PRINT
  TAB(55); USING "###.###"; FF(i); : PRINT TAB(64); PS: NEXT
```



```

81 PRINT STRINGS(79, 205)
82 PRINT TAB(25); USING "#####.###"; TIF; : PRINT TAB(39); SD2; : PRINT TAB(43); USING
"#####.###"; GV
83 INPUT " n' ~ G`R`N`Z >>", II
84 FOR T = 1 TO n: TZ(T) = 0: FOR J = 1 TO II
85 TZ(T) = TZ(T) + A(J) * COS(W(J) * T) + B(J) * SIN(W(J) * T)
86 NEXT: TZ(T) = A0 + TZ(T): NEXT
87 PRINT "Zt="; USING "####.##"; A0; : FOR J = 1 TO II
88 PRINT USING "+####.##"; A(J); : PRINT "*COS("; USING "#.##"; W(J); : PRINT "*t)"; USING
"+####.##"; B(J); : PRINT "*SIN("; USING "#.##"; W(J); : PRINT "*t)"; : NEXT
89 PRINT : PRINT : PRINT
90 GOSUB 99
91 END
93 '=====
94 '**** ALT PROGRAMLAR ****
95 '=====
97' GRAFİK ÇİZİMİ
99 PRINT STRINGS(77, 196); ">": FOR T = 1 TO n
100 IF INT(z(T) / KK) = INT(TZ(T) / KK) THEN PRINT CHR$(179); TAB(INT(z(T) / KK)); "O": GOTO
104
101 IF INT(z(T) / KK) > INT(TZ(T) / KK) THEN 103
102 PRINT CHR$(179); TAB(INT(z(T) / KK)); "*"; TAB(INT(TZ(T) / KK)); "+": GOTO 104
103 PRINT CHR$(179); TAB(INT(TZ(T) / KK)); "+"; TAB(INT(z(T) / KK)); "*"
104 NEXT: PRINT "V"
105 RETURN
106'
107' DÜZELTME (SMOOTHING) ALT PROGRAMI
108' -----
110 INPUT "KAÇARLI H.O. YAPILACAK ", M
111 PRINT : PRINT TAB(20); M; "ERLİ H.O.'Sİ ALINMIS SERİ.": PRINT STRINGS(79, 205)
112 n = n - M + 1
113 FOR i = 1 TO n: TOP = 0: FOR J = 1 TO M
114 K1 = i + J - 1: TOP = TOP + z(K1): NEXT
115 z(i) = TOP / M: PRINT USING "#####.## "; z(i); : NEXT
116 PRINT : PRINT : INPUT "B`R TU`A BASINIZ!", QS
117 RETURN
118'
119' REGRESYON ANALİZİ ALT PROGRAMI
120' -----
122 TX = 0: TX1 = 0: TZ = 0: TZ1 = 0: TX12 = 0: TZ12 = 0: CXZ = 0: SD = n - 2
123 FOR i = 1 TO n: XX(i) = i: TX = TX + XX(i): TZ = TZ + z(i): NEXT
124 X0 = TX / n: Z0 = TZ / n
125 FOR i = 1 TO n: X1(i) = XX(i) - X0: Z1(i) = z(i) - Z0
126 TX1 = TX1 + X1(i): TZ1 = TZ1 + Z1(i): TX12 = TX12 + X1(i) ^ 2
127 TZ12 = TZ12 + Z1(i) ^ 2: CXZ = CXZ + X1(i) * Z1(i): NEXT
128 S2 = (TZ12 - CXZ ^ 2 / TX12) / (n - 2): SB = SQR(S2 / TX12)
129 BD = CXZ / TX12: AD = Z0 - BD * X0: TD = BD / SB: T = TD
130 R = CXZ / SQR(TX12 * TZ12)
131 GOSUB 180
132 GOSUB 219
133 PRINT "[I]- DOGRUSAL ";
134 PRINT " a="; USING "####.###"; AD; : PRINT " b="; USING "####.###"; BD; : PRINT " r=";
USING "###.###"; TD; : PRINT " r="; USING "#.###"; R; : PRINT PS

```

M. TÜRE, K. ÖZDAMAR

```
136 TX = 0: TX1 = 0: TZ = 0: TZ1 = 0: TX12 = 0: TZ12 = 0: CXZ = 0
137 FOR i = 1 TO n: XX(i) = i: Z1(i) = LOG(z(i)): TX = TX + XX(i): TZ = TZ + Z1(i): NEXT
138 X0 = TX / n: Z0 = TZ / n
139 FOR i = 1 TO n: X1(i) = XX(i) - X0: Z1(i) = Z1(i) - Z0
140 TX1 = TX1 + X1(i): TZ1 = TZ1 + Z1(i): TX12 = TX12 + X1(i) ^ 2
141 TZ12 = TZ12 + Z1(i) ^ 2: CXZ = CXZ + X1(i) * Z1(i): NEXT
142 S2 = (TZ12 - CXZ ^ 2 / TX12) / (n - 2): SB = SQR(S2 / TX12)
143 BE = CXZ / TX12: AE = Z0 - BE * X0: AE = EXP(AE): TE = BE / SB: T = TE
144 R = CXZ / SQR(TX12 * TZ12)
145 GOSUB 180
146 GOSUB 219
147 PRINT " [2]- EXPONANSİYEL ";
148 PRINT " a="; USING "####.###"; AE;:PRINT " b="; USING "####.###"; BE;:PRINT " t="; USING
"###.###"; TE;:PRINT " r="; USING "#.###"; R; : PRINT PS
150 TX = 0: TX1 = 0: TZ = 0: TZ1 = 0: TX12 = 0: TZ12 = 0: CXZ = 0
151 FOR i = 1 TO n: XX(i) = LOG(i): Z1(i) = z(i): TX = TX + XX(i): TZ = TZ + Z1(i): NEXT
152 X0 = TX / n: Z0 = TZ / n
153 FOR i = 1 TO n: X1(i) = XX(i) - X0: Z1(i) = Z1(i) - Z0
154 TX1 = TX1 + X1(i): TZ1 = TZ1 + Z1(i): TX12 = TX12 + X1(i) ^ 2
155 TZ12 = TZ12 + Z1(i) ^ 2: CXZ = CXZ + X1(i) * Z1(i): NEXT
156 S2 = (TZ12 - CXZ ^ 2 / TX12) / (n - 2): SB = SQR(S2 / TX12)
157 BL = CXZ / TX12: AL = Z0 - BL * X0: TL = BL / SB: T = TL
158 R = CXZ / SQR(TX12 * TZ12)
159 GOSUB 180
160 GOSUB 219
161 PRINT " [3]- LOGARİTMİK ";
162 PRINT " a="; USING "####.###"; AL; : PRINT " b="; USING "####.###"; BL; : PRINT " t=";
USING "###.###"; TL; : PRINT " r="; USING "#.###"; R; : PRINT PS
164 TX = 0: TX1 = 0: TZ = 0: TZ1 = 0: TX12 = 0: TZ12 = 0: CXZ = 0
165 FOR i = 1 TO n: XX(i) = LOG(i): Z1(i) = LOG(z(i)): TX = TX + XX(i): TZ = TZ + Z1(i): NEXT
166 X0 = TX / n: Z0 = TZ / n
167 FOR i = 1 TO n: X1(i) = XX(i) - X0: Z1(i) = Z1(i) - Z0
168 TX1 = TX1 + X1(i): TZ1 = TZ1 + Z1(i): TX12 = TX12 + X1(i) ^ 2
169 TZ12 = TZ12 + Z1(i) ^ 2: CXZ = CXZ + X1(i) * Z1(i): NEXT
170 S2 = (TZ12 - CXZ ^ 2 / TX12) / (n - 2): SB = SQR(S2 / TX12)
171 BG = CXZ / TX12: AG = Z0 - BG * X0: : AG = EXP(AG): TG = BG / SB: T = TG
172 R = CXZ / SQR(TX12 * TZ12)
173 GOSUB 180
174 GOSUB 219
175 PRINT " [4]- GEOMETRİK ";
176 PRINT " a="; USING "####.###"; AG; : PRINT " b="; USING "####.###"; BG; : PRINT " t=";
USING "###.###"; TG; : PRINT " r="; USING "#.###"; R; : PRINT PS
178 RETURN
180 ' T DAGILIMI
181 ' -----
183 IF T = 0 THEN RETURN
184 X = 1: Y = 1: T = T ^ 2: IF T < 1 THEN 186
185 z = T: GOTO 187
186 z = 1 / T: J = 2 / 9 / Y: E = 2 / 9 / SD
189 L = ABS((1 - E) * z ^ (1 / 3) - 1 + J) / SQR(E * z ^ (2 / 3) + J)
190 IF R < 4 THEN 193
191 X = .5 / (1 + L * (.196854 + L * (.115194 + L * (.000344 + L * .019527)))) ^ 4
192 GOTO 195
```

```

193 L = L * (1 + .08 * L ^ 4 / SD ^ 3)
194 GOTO 191
195 IF T >= 1 THEN 197
196 X = 1 - X
197 RETURN
199 ' F-DAGILIMI
200 ' -----
202 ' BU F OLASILIK DEGERLERI ALTPROGRAMIDIR
203 ' F DAGILIMI OLASILIKLARI
204 IF F = 0 THEN RETURN
205 IF F < 1 THEN 207
206 S = SD1: T = SD2: z = F: GOTO 208
207 S = SD2: T = SD1: z = 1 / F
208 J = 2 / 9 / S: k = 2 / 9 / T
209 Y = ABS((1 - k) * z ^ (1 / 3) - 1 + J) / SQR(k * z ^ (2 / 3) + J)
210 IF T < 4 THEN 214
211 X = .5 / (1 + Y * (.196854 + Y * (.115194 + Y * (.000344 + Y * .019527)))) ^ 4
212 X = INT(X * 10000 + .5) / 10000
213 GOTO 216
214 Y = Y * (1 + .08 * Y ^ 4 / T ^ 3)
215 GOTO 211
216 IF F >= 1 THEN 218
217 X = 1 - X
218 RETURN
219 IF X > .05 THEN PS = " P>0.05 n.s."
220 IF X <= .05 AND X > .01 THEN PS = " P<0.05 *"
221 IF X <= .01 AND X > .001 THEN PS = " P<0.01 ***"
222 IF X <= .001 THEN PS = " P<0.001 ****"
223 RETURN
224 '=====
225 '*** VERILER ***
226 '=====
1000 DATA

```

KAYNAKLAR

1. Gülesen Ö. Epidemiyoloji. Uludağ Üniversitesi Basımevi 1981: Bursa
2. Bertan M, Güler Ç. Halk sağlığı. Güneş kitapevi 1995: 323-334, Ankara
3. Eren N, Hamzaoğlu O: Türkiye'de bulaşıcı hastalıklar. Türk Tabipler Birliği 1996: 15-22. Ankara
4. Yumuturuğ S. Toplum hastalıklarında epidemiyolojik genel prensipler. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları 1976.
5. Mansourian BG, Sayers B Mc A. Pattern analysis in the study of infantile diarrhoea and other epidemiological problems. Bulletin of the WHO 1979: 57(6): 865-885.
6. Etiz S. Halk sağlığı ders notları. 1984. Eskişehir
7. Benenson AS: Control of communicable diseases manual. American Public Health Association 1995: 303-307.
8. Aksakoğlu G, Ellidokuz H. Bulaşıcı hastalıklarla savaş ilkeleri. Açılım yayıncılık 1996: 98-99. İzmir
9. Last JM., Wallace RB. Public health & preventive medicine. USA: Prentice-Hall International Inc. 1992: 157-158.
10. Sümbüloğlu K, Sümbüloğlu V. Biyoistatistik. Çağ matbaası 1987: Ankara
11. Özdamar K. Yer zaman kümelenmesi analizi ile ilgili belli başlı yöntemlerin doğal ve yapay veriler kullanılarak karşılaştırmaları üzerine bir araştırma (Doçentlik Tezi). Anadolu Üniversitesi Tıp Fakültesi 1981: Eskişehir
12. Türe M. Türkiye'de 1975-1986 yıllarında görülen kimi bulaşıcı hastalıkların fourier analizi ile zaman kalıplarının belirlenmesi (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Anadolu Üniversitesi Tıp Fakültesi 1988: Eskişehir
13. Pindyck RS, Rubinfeld DL. Econometric models and economic forecasts. International Student Edition 1983.
14. Mize JH, White CR, Brooks GH. Operations planning and control. New Jersey: Prentice Hall Inc. 1971; 83.
15. Dolunay N. Talep analizi metodlarıyla Türkiye'de çimento tüketimi üzerine bir istatistik araştırması (Doktora tezi). 1976:165-167. İstanbul
16. Bliss CI. Statistics in biology (Vol. I-II). New York: Mc Graw-Hill Book Comp., 1970.
17. Davis JC. Statistics and data analysis in geology. John Wiley and Sons Inc. 1976: Canada
18. Yavuzata M. Durağan bir zaman dizisindeki periyodik unsurların spectral analiz yöntemi ile saptanması (Teksir). İ. T. İ. A. yayını 1981: Ankara
19. Burnak N. Mevsimsel dalgalanma gösteren zaman serilerinin matematiksel modeli- fourier serisi uygulaması. İ.T.İ.A. yayını 1982: 8(2): 370-387. Eskişehir
20. Starkschall G. Extension of fourier methods to the calculation of effective depths in heterogeneous media of arbitrary contour. Med. Phys. 1986: 13(6): 925-927.
21. Jenkins GM, Watts DG. Spectral analysis and its applications. Holden Day 1968: San Francisco
22. Priestley MB. Spectral analysis and time series. Academic Press 1981: London