

## Tüm Gözlemlenmiş ve Eksik Gözlemlenmiş Regresyon Modelinde Klorofil-a Miktarının Tahmini

G.Tamer Kayaalp<sup>1</sup>, Sevim Polat<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, 01330, Balcalı, Adana

<sup>2</sup> Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 01330, Balcalı, Adana

**Abstract: Estimation of Chlorophyll-a for Full Completed and Incompleted Regression Model.** Determination of chlorophyll-a in natural waters is one of the methods used in estimating of phytoplankton biomass. In the statistical estimation of chlorophyll-a, logarithmic multiple regression model is also used. In such studies, one of the most important difficulty for researchers is loss of some data during the research period. In this case researchers have to be stopped the research in any time of ongoing study. From this point of view, in this study, the month ( $X_1$ ) and temperature ( $X_2$ ) were taken into consideration as variables which affect chlorophyll-a (Y) and then chlorophyll-a values were estimated for the full completed observations and the incompleted observations by using logarithmic multiple regression model. For this aim, the results of chlorophyll-a analysis were used in the samples taken from Yumurtalık Bight located in northwestern part of Iskenderun Bay, Northeastern Mediterranean, in the periods of May-October 1997 and November 1998-March 1999. In the full completed observations,  $R^2$  (coefficient of determination) value was calculated as 0.5619 and the regression model was estimated as follows,  $\log \hat{Y} = 1.24 - 0.0097$  (Months) - 0.058 (Temperatures). In this model, the regression coefficient for temperature was significant as shown in Table 2 ( $p < 0.01$ ). In the incompleted observations, regression model was estimated as follows and  $R^2$  (coefficient of determination) value of the model was calculated as 0.5712.  $\log \hat{Y} = 1.23 - 0.0115$  (Months) - 0.057 (Temperatures). The regression coefficient for temperature was also significant as shown in Table 3 ( $p < 0.01$ ). At the end, the estimated values for the incompleted observations were similar to the model for the full completed observations. This result showed that the regression model for the incompleted observations can be used in similar cases by researchers.

**Key words:** estimation of chlorophyll-a, regression model, coefficient of determination.

**Özet:** Doğal sularda fitoplankton biyomasını belirlemede kullanılan yöntemlerden birisi klorofil-a miktarının belirlenmesidir. Klorofil-a düzeylerinin istatistiksel olarak tahmin edilmesinde logaritmik regresyon modeli de kullanılmaktadır. Bu tip çalışmalarda araştırmacının en büyük sıkıntısı araştırmanın belirli bir yerinde verilerin kaybolmasıdır. Bu durumda araştırmacı araştırmasını yarım bırakmak zorunda kalmaktadır. Buradan hareketle, bu çalışmada klorofil-a düzeylerini (Y) etkileyen ay ( $X_1$ ) ve sıcaklık ( $X_2$ ) değişkenleri ele alınarak eksik gözlem olmadığı ve eksik gözlem olduğu durumda logaritmik çoklu regresyon modeli ile klorofil-a miktarı tahmin edilmiştir. Bu amaçla, Kuzeydoğu Akdeniz de Iskenderun Körfezi'nin kuzeybatısında yer alan Yumurtalık Koyu'ndan Mayıs - Ekim 1997 ile Kasım 1998 - Mart 1999 dönemlerinde yüzey suyundan alınan örneklerde yapılan klorofil-a analiz sonuçları kullanılmıştır. Kayıp gözlem olmadığı durumda regresyon modeli aşağıdaki gibi tahmin edilmiş olup,  $R^2$  (belirtme katsayısı) 0.5619 olarak bulunmuştur.  $\log \hat{Y} = 1.24 - 0.0097$  (Aylar) - 0.058 (Sıcaklıklar). Modeldeki sıcaklık faktörüne ait regresyon katsayısı Tablo 2'de görüldüğü gibi önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Kayıp gözlem olduğu durumda ise regresyon eşitliği aşağıdaki gibi tahmin edilmiş olup, modele ait belirtme katsayısı 0.5712 olarak hesaplanmıştır.  $\log \hat{Y} = 1.23 - 0.0115$  (Aylar) - 0.057 (Sıcaklıklar). Bu modelde de sıcaklık faktörüne ait regresyon katsayısı Tablo 3'de görüldüğü gibi önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). Çalışmanın sonunda iki modele bakıldığında eksik gözlemlenmiş durumda tüm gözlemlenmiş durumdaki modele yakın tahmin değerleri elde edilmiştir. Bu durum

eksik gözlemlerle regresyon modelinin eksik gözlem olduğu durumda araştırmacılar tarafından sağlıklı kullanılabileceğini göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** klorofil-a tahmini, regresyon modeli, belirtme katsayısı.

## Giriş

Doğal sularda fitoplankton biyomasını belirlemede en yaygın kullanılan yöntemlerden biri de, bitkisel organizmalardaki en önemli fotosentetik pigment olan klorofil-a miktarının belirlenmesidir. Ayrıca, fotosentetik pigment analizleri fitoplankton topluluklarının trofik yapısını belirlemede de kullanılmaktadır (Barlow ve diğ., 1997). Klorofil-a analizinin yaygın kullanılmasının en önemli nedenleri bu pigmentin tüm fitoplankton türlerinde bulunması ve analizinin kolay olmasıdır (Lalli ve Parsons, 1993). Klorofil-a miktarı fitoplankton biyomasının bir göstergesi olmasının yanı sıra, bu veriler yapılan birçok çalışmada birincil üretimin tahmin edilmesinde de kullanılmıştır (Salihoğlu ve diğ.,1990). Bu nedenle balıkçılıkta klorofil-a değerlerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Klorofil-a miktarları fitoplankton büyümesinin de bir göstergesi olduğundan, fitoplanktona etki eden çevresel faktörler bu organizmalardaki klorofil-a miktarını da etkilemektedir. Bu faktörler besleyici element miktarları gibi suyun kimyasal özellikleri olabileceği gibi, ışık ve sıcaklık gibi fiziksel özellikler de olabilir. Bunlardan sıcaklığın fitoplankton yoğunluğunu dolayısı ile de klorofil-a ve birincil üretim düzeylerini en fazla etkileyen faktör olduğu yapılan bir çok çalışmada ele alınmıştır. Gotsis-Skretas ve Friligos (1985), fitoplankton yoğunluğu ve diversite değerlerinin sıcaklık ile negatif ilişkili olduğunu bulmuş ve ilişki düzeyleri yoğunluk ve diversite için sırasıyla  $r = -0.38$  ve  $-0.71$  ( $p < 0.01$ ) olarak verilmiştir.

Doğal sularda fitoplankton biyoması ve üretim düzeyleri yerinde alınan örneklerden doğrudan analiz edildiği gibi

bunların, istatistiksel olarak tahmini için de bir çok çalışma yapılmıştır. Kneale ve Hovard (1997), suyun bazı özelliklerinden yararlanarak hücre sayısını tahmin etmeye çalışmışlardır. Bu amaçla logaritmik lineer regresyon modelini uydurmuşlardır. Çalışmada  $R^2$  değeri 0.17 olarak hesaplanmıştır. Lafontaine ve Peters (1986), farklı bölgelerdeki fitoplankton üretiminden klorofil-a değerini tahmin etmişlerdir. Tahmin denkleminde ait çoklu belirtme katsayısı,  $R^2 = 0.67$  olarak hesaplanmıştır.

Biyolojik verilerin analizinde bilhassa çoklu regresyon analizinde denemenin belli bir yerinde gözlemler kaybolabilmektedir. Bu durum araştırmacıyı büyük sıkıntıya düşürebilmektedir. Şöyle ki, X (bağımsız) değişkenindeki veya Y (bağımlı) değişkenindeki bir veya daha fazla gözlem değeri kaybolabilmektedir. Bu durumda araştırmacı regresyon modelini tahmin edememekte ya da kaybolan değişkenindeki mevcut diğer gözlemlerin ortalamasını alarak bu ortalama değeri kaybolan gözlem değerinin yerine koyarak regresyon modelini tahmin etmeye çalışmaktadır. Bu durumda tahminde büyük oranda sapmalara neden olmaktadır.

Son yıllarda kayıp gözlemlerle regresyon analiz yöntemleri ile ilgili bir çok çalışma yapılmaktadır.

Beale ve Little (1975), çok değişkenli analiz yöntemlerinde kayıp gözlemlerin tahmini için bazı alternatif yöntemler önermişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada Orchart ve Woodbury (1972)'nin maksimum olabilirlik tahmin edici yöntemini önermişlerdir. Ayrıca aynı araştırmacılar Buck's (1960)'m iterasyon yöntemini de geliştirerek eksik gözlemlerde regresyon katsayılarına ait standart hataları da hesaplamışlardır. Bu amaçla araştırma-

larında simulasyon çalışması uygulamışlardır.

Dempster ve diğ.(1977), farklı oranlardaki eksik verilere ait regresyon analizini maksimum olabilirlik yöntemi ile yapmak için bir algoritma sunmuşlardır.

Donner (1982), doğrusal modelde kısmi regresyon katsayılarının tahminini ve iki bağımsız değişken olan  $X_1$  ve  $X_2$  den yalnız  $X_2$  de eksik gözlem olduğu durum için hesaplama yapmıştır.

Glasser (1964), birkaç gözlem değeri olmadığı durumda doğrusal regresyon katsayılarının önceden tahminini göstermiştir. Araştırmacılar, bu tahminin doğruluk derecesinin bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon ve eksik gözlemlerin oranına bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Haitovsky (1968), regresyon analizlerinde eksik gözlem problemleri ile ilgili iki alternatif yöntem incelemiştir. Birincisi, tamamen eksik gözlemleri çıkartarak eldeki tüm verilere en küçük kareler yöntemini uygulamıştır. İkinci yöntem her defasında sadece iki değişkenin değerlerinin olduğu gözlemler kullanarak, bütün değişken çiftleri arasındaki kovaryansı hesap etmiş ve sonra bu kovaryans matrisi ile normal eşitlikleri tahmin etmiştir.

Little (1979), çok değişkenli normal dağılım gösteren gözlemler için simulasyon yöntemi ile oluşturulan yapay verilerden bazılarını şansa bağlı olarak kaybederek kayıp gözlemlerdeki regresyon parametrelerinin maksimum olabilirlik yöntemi ile tahminini yapmıştır.

Shih ve Weisberg (1986), çoklu lineer regresyon modelinde eksik gözlemlerin etki derecesini dikkate alarak maksimum olabilirlik yöntemi ile bir algoritma geliştirmişlerdir. Sonuçlar Cook'un istatistiği ile karşılaştırılmıştır.

Schneiderman ve diğ.(1993), uzun dönemli veri gruplarındaki eksik gözlemlerin tahmin edilmesi amacı ile

yazılan PC programını tahmin etmişlerdir. Çalışmada uzun dönemli (longitudinal data) veriler analiz edilmiştir. Programın uygulaması tanıtılmıştır.

İnalkaç (1997), regresyon analizinde eksik veri olduğu durumda analizin yapılabilmesi için Q BASIC dilinde bir bilgisayar programı yazmıştır.

Kayaalp (1999), doğrusal regresyon modelinde sadece  $X'$ de kayıp gözlem olduğu durumda en küçük kareler yöntemini uygulayarak regresyon modelini tahmin etmiştir. Araştırmacı bu uygulamanın hayvancılıktaki uygulamasını sayısal örnek üzerinde göstermiştir.

### Materyal ve Yöntem

Çalışma İskenderun Körfezi'nin kuzeybatısında yer alan ve yaklaşık 118 km<sup>2</sup> alana sahip Yumurtalık Koyu'nda belirlenen 15 istasyonda gerçekleştirilmiştir. Örneklemeler Mayıs 1997-Ekim 1997 ile Kasım 1998 - Mart 1999 dönemlerinde aylık olarak gerçekleştirilmiş ve 11 ay sürmüştür. Yüzey suyu sıcaklık ölçümleri YSI marka SCT (salinity-conductivity-temperature) metre kullanılarak örnekleme anında yapılmıştır. Klorofil-a analizleri için yüzey suyundan alınan örneklerin analizleri laboratuvarda gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada klorofil-a analizleri için örnekler, her bir istasyonda yüzeyden 2 lt'lik kavanozlara alınmıştır. Analiz, Parsons ve diğ. (1984) tarafından bildirilen yöntemle göre spektrofotometrik olarak yapılmıştır. Bu yöntemle göre örnekler önce 47 mm çapındaki GF/F filtre kağıdından süzülmuş, filtre kağıtları deney tüplerine alınarak %90'lık asetonla eklenmiş ve bir gece ekstraksiyona bırakılmıştır. Daha sonra bu örnekler santrifüj edilerek tüpün üst kısmındaki şeffaf kısım pipetle alınmış ve spektrofotometre tüplerine aktararak absorbans değerleri okunmuştur. Okumalar 750, 664, 647 ve 630 nm dalga

boylarında yapılmıştır. 750 nm’de okunan değerler bulanıklık düzeltme faktörü olarak kullanılmıştır. Bu amaçla 750 nm’de okunan absorbans değerleri diğer dalga boylarında okunan değerlerden çıkartılmış ve klorofil-a konsantrasyonları aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Klorofil-a} = 11.85 \text{ E664} - 1.54 \text{ E647} - 0.08 \text{ E630}$$

$$\text{Klorofil-a (mg/m}^3\text{)} = (C \times v)/(V \times l)$$

v : aseton miktarı (ml)

V : süzülen deniz suyunun hacmi (l)

C : birinci eşitlikte hesaplanan klorofil miktarı

Araştırmada kullanılan regresyon modeli aşağıdaki gibidir;

$$\log \hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + e \dots\dots\dots (1)$$

Eşitlikte,

Yi : Klorofil-a miktarı

X<sub>1</sub> : Ay

X<sub>2</sub> : Sıcaklık

ei : Hata terimidir.

Çalışmada (1) no’lu eşitlikteki çoklu logaritmik doğrusal model kullanılarak önce tüm gözlemler mevcut olduğunda klorofil-a miktarı, daha sonra ise kayıp gözlemler olduğu durumda aynı modelde klorofil-a miktarı tayin edilmiştir.

Eşitlikteki parametreler, önce tüm gözlemlerin tamamında SPSS 6.01 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Program Draper ve Smith (1996) tarafından bildirilen en küçük kareler yöntemine göre analiz yapılmaktadır. En küçük kareler yönteminin esasları (2) no’lu eşitlikteki gibidir.

$$\hat{\beta} = (X' X)^{-1} \cdot X' Y \dots\dots\dots (2)$$

Eşitlikte,

^

β : (β<sub>0</sub>, β<sub>1</sub>, β<sub>2</sub>) tahmin vektörünü göstermektedir.

Y: Gözlem vektörünü,

X: Dizayn matrisini,

X': Dizayn matrisinin transpozunu,

(X' X)<sup>-1</sup>: X' X matrisinin inversini göstermektedir.

Eksik gözlemlerde parametreler tahmin edilirken önce X<sub>1</sub> (ay) ve X<sub>2</sub> (sıcaklık) ‘ın şansa bağlı olarak önce % 5’i kaybedilmiştir. Daha sonra bu verilerde Buck’s yönteminden yararlanılarak SPSS 6.01 paket programda parametre tahminleri yapılmıştır.

Buck’s yönteminin esasları şu şekilde izah edilebilir. Önce kayıp gözlemin bulunduğu sıra tamamen silinir. Daha sonra geriye kalan gözlemlerde (2) no’lu eşitlikten yararlanılarak en küçük kareler yöntemi kullanılmak sureti ile parametreler tahmin edilir.

### Araştırma Bulguları

#### Tüm Gözlemlerde Regresyon Modeli ;

Materyal ve Yöntem kısmında da değinildiği gibi önce hiçbir değişkende (Y, X<sub>1</sub> ve X<sub>2</sub>) gözlemler kaybolmadığı zaman yöntem kısmında verilen (1) no’lu eşitlikteki çoklu regresyon modeli kullanılarak (3) no’lu eşitlik tahmin edilmiştir.

$$\log \hat{Y} = 1.24 - 0.0097 (\text{Aylar}) - 0.058 (\text{Sıcaklıklar}) \dots\dots\dots (3)$$

(3) no’lu eşitliğe ait regresyon parametrelerinin önem testleri Tablo 1’de verildiği gibidir.

**Tablo 1.** Tüm gözlemlerdeki regresyon modeline ait parametrelerin önem testleri

Değişkenler	Parametre Tahmini	Standard Hatası
Aylar	-0.0097	0.0060
Sıcaklıklar	-0.058**	0.0046
Sabit	1.24**	0.1299

\*\* : p<0.01

(3) no'lu eşitliğin belirtme katsayısı ( $R^2$ ) değeri 0.5619 olarak hesaplanmış olup, Tablo 2' den de görüleceği gibi regresyon eşitliği (3 no'lu eşitlik) istatistiki olarak önemli çıkmıştır ( $p<0.01$ )

**Tablo 2.** Tüm gözlemlerde regresyon analizine ait varyans analizi.

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
Regresyon	2	8.15	4.080	104.62 **
Hata	161	6.22	0.039	
Genel	163	14.37		

\*\* :  $p<0.01$

### Eksik Gözlemlerde Regresyon Modeli

Önce Ay ( $X_1$ ) ve sıcaklık ( $X_2$ ) değişkenlerine ait verilerin % 5' i kaybedilerek (her birinde 8'er gözlem) Buck's yöntemi kullanılarak regresyon analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda (4) no'lu regresyon modeli tahmin edilmiştir.

$$\log \hat{Y} = 1.23 - 0.0115 (\text{Aylar}) - 0.057 (\text{Sıcaklıklar}) \dots\dots\dots (4)$$

(4) no'lu eşitliğe ait regresyon parametrelerinin önem testleri Tablo 3' de verildiği gibidir.

**Tablo 3.** Eksik gözlemlerde regresyon modeline ait parametrelerin önem testleri.

Değişkenler	Parametre Tahmini	Standart Hatası
Aylar	-0.0115	0.0060
Sıcaklıklar	-0.057**	0.0046
Sabit	1.23**	1.30

\*\* :  $p<0.01$

(4) no' lu eşitliğin belirtme katsayısı ( $R^2$ ) değeri 0.5712 olarak hesaplanmış olup Tablo 4'den de görüleceği gibi regresyon eşitliği (4 no' lu eşitlik) istatistiki olarak önemli çıkmıştır ( $p<0.01$ ).

**Tablo 4.** Eksik gözlemlerde regresyon analizine ait varyans analizi.

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
Regresyon	2	6.95	3.47	99.142 **
Hata	145	5.21	0.035	
Genel	147	12.16		

\*\* :  $p<0.01$

Eksik gözlemlerde regresyon modelinin etkinliğini test etmek amacı ile kayıp gözlemler tahmin edilerek gerçek gözlem değeri ile karşılaştırılmıştır. Bununla ilgili tahmin ve gerçek değerler Tablo 5 'de görülmektedir.

**Tablo 5.** Eksik gözlemlere ait tahminler.

Kayıp gözlem no	Gerçek klorofil-a değeri	Tahmin edilen klorofil-a değeri	Aylar	Sıcaklık
56	0.34	0.38*	4*	*28.00
32	0.83	0.42	3	27.60
35	0.24	0.35	3	27.40
34	0.60	0.42	3	27.50
29	0.12	0.55	2	25.70
91	0.39	0.53	7	25.00
58	0.29	0.39	4*	28.00
28	0.28	0.55	2	25.80

### Tartışma ve Sonuç

Tüm gözlemlerde yapılan analizde ve

eksik gözlemler ile yapılan analizde (3) ve (4) no'lu eşitliklere bakıldığı zaman her ikisinin de ay faktörü dışında aynı

parametre tahminleri verdikleri görülmektedir. Aya ait parametredeki farklılığın mevsimsel dalgalanmalardan ve klorofil-a'nın belirli bir döneme kadar artarak pike ulaşması, daha sonra pik noktasından bükülmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Çünkü, klorofil-a miktarını doğrudan etkileyen fitoplankton biyoması yıl içinde mevsimlere bağlı olarak fizikokimyasal özelliklerdeki değişimlerin etkisi ile önemli dalgalanmalar göstermektedir. Bu da doğal olarak klorofil-a miktarlarını etkilemektedir. Bununla ilgili olarak araştırma örneklerinin alındığı Doğu Akdeniz'de klorofil-a'nın mevsimsel olarak değişimler gösterdiği ve en yüksek konsantrasyonlara kış sonunda su karışımının etkisi ile ulaşıldığı bildirilmiştir (Krom et.al.1991).

(3) ve (4) no'lu eşitlik arasında gerek regresyon parametreleri bakımından gerekse belirtme katsayıları yönünden fark yoktur. Bu da göstermektedir ki eksik gözlem durumunda (4) no' lu regresyon modeli kullanılarak da klorofil-a tahmininde bulunulabilir. Bu da uygulayıcıya büyük kolaylıklar sağlayacaktır.

Eksik gözlem durumundaki (4) no' lu regresyon modelinin etkinliğini test etmek amacı ile kayıp gözlemlerdeki klorofil-a miktarı tahmin edilmiştir. Bu tahmin değerleri Tablo 5 de verilmiştir. Tablo 5 'e bakıldığı zaman en yakın tahmin değerini 56. ve 58. gözlem değeri vermektedir. Diğer eksik gözlemlerde ise uzak tahmin değerleri çıkmaktadır. Bunun en önemli nedeni zaman faktörü olan ay ve sıcaklık değişkenidir. 56 ve 58. gözlem değerlerinde sıcaklık değeri 28°C olup, ay olarak da örnekleme yapıldığı 4. aya (Ağustos) rastlamaktadır. Bu iki faktörden en fazla etki eden değişken sıcaklıktır. Çünkü sıcaklık değerine ait regresyon katsayısı -0.057 gibi büyük bir değer bulunmuştur. Bu nedenle sıcaklık arttıkça bu değerden dolayı logY fonksiyonu negatif büyük bir değer çıkmakta, bu değerın antilogaritması alındığı zaman

klorofil-a'nın tahmini değeri gerçek değerine yakın olmaktadır. Ayrıca 4. ay (Ağustos), sıcaklığın yüksek olmasının yanında klorofil-a miktarının yıl içinde en düşük düzeylerde bulunduğu dönemlerden biridir. Klorofil-a değerleri olarak verilen fitoplankton biyomasının sıcaklıkla negatif ilişkili olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir. Lafontaine ve Peters (1986), klorofil-a miktarları ile sıcaklık arasında önemli derecede negatif ilişki bulmuştur ( $r = -0.413$ ,  $p < 0.001$ ). Lohrenz ve diğ. (1988), Batı Akdeniz'de yaptıkları çalışmada klorofil-a ve sıcaklık arasında önemli düzeyde negatif ilişki bulmuşlardır ( $-0.453$ ,  $p < 0.01$ ). Kıdeyş ve diğ. (1989), Kuzeydoğu Akdeniz'deki (Erdemli) çalışmalarında fitoplankton biyomasında önemli yer tutan diatomlar ile sıcaklık arasında önemli derecede negatif ilişkinin bulunduğunu bildirmişlerdir ( $r = -0.84$ ,  $p < 0.01$ ).

Sonuç olarak, klorofil-a miktarının tahmin edilmesi, birincil üretimin tahmini ve dolayısı ile verimliliğin belirlenebilmesi için büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada uygulanan klorofil-a ya ait çoklu regresyon modeli ile 7. ayda hatta 11. ayda tahmin yapılabilecektir. Ayrıca bu çalışmada Buck's metodu kullanılarak oluşturulan (eksik gözlemler için) regresyon modelini de araştırmacılar çok rahatlıkla kullanabileceklerdir. Çünkü bu model tam gözlemlerdeki regresyon modeli ile aynı sonucu vermektedir.

#### Kaynaklar

- Barlow R.G., Mantoura R. F. C., Cummings D.G., Fileman T.W., 1997. Pigment chemotaxonomic distributions of phytoplankton during summer in the western Mediterranean. *Deep Sea Res.* II., 44, 3-4, 833-850.
- Beale E.M., Little R.J.A., 1975. Missing Values in Multivariate Analysis, *J.R. Statist. Soc. B.*, 37:129-145.
- Dempster A.P., Laird N.M., Rubin D.B., 1977. Maximum Likelihood from Incomplete

- Data via the EM Algoritm, J.R. Statist. Soc. B. 39: 1-38.
- Donner A., 1982. The Relative Effectiveness of Procedures Commonly Used in Multiple Regression Analysis, 36: 378-381.
- Draper N.R., Smith H., 1996. Applied Regression Analysis, New York, John Wiley and Sons Inc.
- Glasser M., 1964. Linear Regression Analysis with Missing Observation Among the Independent Variables, JASA, 59:834-844.
- Gotsis-Skretas O., Friligos N., 1985. Some Correlations Between Hydrological Parameters and Phytoplankton Concentrations in the South of Euboikos Gulf (Greece), Rapp. Com.Int., Mer., Medit., 29,9, 125-126.
- Haitovsky M., 1968. Missing data in Regression Analysis, J. of the Royal Statistical Society, Ser. b, 30: 67-82.
- İnalkaç T., 1997. Regresyon Analizinde Eksik Veri İncelemesi, Gazi Üniv. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, 62 s.
- Kayaalp G. T., 1999. Linear Regression Analysis With Missing Observations Among the Independent Variables in Animal Breeding, TÜBİTAK Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi, 23: 149-151.
- Kıdeyş A.E., Ünsal M., Bingel F., 1989. Seasonal Changes in Net Phytoplankton off Erdemli, Northeastern Mediterranean, Doğa, Tr. J. Botany, 13,1, 45-54.
- Kneale P.E., Howard A., 1997. Statistical analysis of algal and water quality data, Hydrobiologia, 349: 59-63.
- Krom M.D., Brenner S., Israilov L., Krumgalz B., 1991. Dissolved Nutrients, preformed nutrients and calculated elemental ratios in the South-East Mediterranean, Oceano. Acta., 14 (2) 189-194.
- Lalli C.M., Parsons T.R., 1993. Biological Oceanography, An Introduction. Pergamon Press, 301 pp.
- Lafontaine Y., Peters R.H., 1986. Empirical Relationship for Marine Primary Production : the effect of environmental variables, Oceanologica Acta, vol 9, no 1, 65-72.
- Little R.J.A., 1979. Maximum Likelihood Inference For Multiple Regression with Missing Values, A Simulation Study, J. R., Statist. Soc. B: 41: 1, 76-87.
- Lohrenz S.E., D.A., Wiesenberg D.A., Depalma I.P., Johnson K.S., Gustafson D.E., 1988. Interrelationships among primary production, chlorophyll and environmental conditions in frontal regions of the western Mediterranean Sea. Deep Sea Res., 35, 5, 793-810.
- Parsons T.R., Maita Y., Lalli C.M., 1984. A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis, Pergamon Press, Oxford, 173 pp.
- Salihoğlu İ., Saydam C., Baştürk Ö., Yılmaz K., Göçmen D., Hatipoğlu E., Yılmaz A., 1990. Transport and Distribution of Nutrients and Chlorophyll-a by Mesoscale Eddies in the Northeastern Mediterranean, Marine Chemistry. 29, Elsevier Sci. Publ. B.V.Amsterdam, 375-390.
- Schneiderman D.E., Kawalski J.C., Willis M.S., 1993. Regression Imputation of Missing Values in Longitudinal Data Sets, Int. J. Biomed Comput. 32: 121-133.
- Shih J.W., Weisberg S., 1986. Assessing Influence in Multiple Linear Regression with Incomplete Data, Technometrics, 28: 231-239.