

DOĞRUSAL OLMAYAN BÜYÜME MODELLERİNİN İNCELENMESİ VE PARAMETRE TAHMİNİ (*)

(Evaluation of the growth curve by the method
of iterated least square)

Filiz ERSÖZ**

Orhan ALPAN***

SUMMARY

This study was conducted to find the best fitted stastical model for the growth poultry,

The biological material of the study consisted of Broiler breeding female chicks which hatched in December, May and October. The growth of chickens was measured by weekly live weigth until 63 th months of age. The data was processed using six non-linear growth models. The statgraph program was used for the statistical procedure.

The results revealed that the chicks hatched in May had nearest values to the combined material.

The results showed that Richards growth model was the best model in explaining the growth of the chicks for the three hatching periods and also for the combined material.

The models of Brody, Bertalanffy, Stevens, Gompertz and Logistic followed Richards model in the descending order. The fitting criteria were a value, error sum of squares (HKT) and determination coefficient. In the Richards model the values for α , HKT an r^2 were 3141.12, 63746.65 and 0.9972, respectively. The error sum of squares for the other models were 65494.7, 65496.6, 127281.9, 192664.8, 423222.9, in the above order.

* : Filiz ERSÖZ tarafından hazırlanmış olan yüksek lisans tezi özetidir. Ankara Üniversitesi Sağlık bilimleri Enstitüsü, Biyometri Anabilim Dalı, 1992.

** : Devlet İstatistik Enstitüsü, Gelir ve Tüketim İstatistikleri Şubesi, Ankara.

*** : Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyometri Anabilim Dalı, Ankara.

ÖZET

Bu çalışma büyümeyi tanımlayan modeller karşılaştırılarak doğrusal olmayan büyüme için en uygun istatistik modelin belirlenmesi amacıyla düzenlenmiştir.

Çalışmanın biyolojik materyalini Aralık, Mayıs ve Ekim aylarında kuluçkadan çıkan Broiler damızlık dişi civcivler oluşturmuştur. Civcivlerin 63. aya kadar büyümeleri haftalık canlı ağırlık tartımları ile belirlenmiştir. Bu veriler, altı doğrusal olmayan büyüme modeli ile işlenmiştir. İstatistik işlemlerde Statgraph bilgisayar programı kullanılmıştır.

Elde edilen bulgular Mayıs ayında kuluçkadan çıkan civcivlerin büyümelerini belirleyen canlı ağırlıklarına ait değerlerin, gözlenen tüm materyalin değerlerine en yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.

Richards büyüme modelinin gerek üç dönemde kuluçkadan çıkan civcivler gerekse üç dönemi birarada ele alan tüm biyolojik materyal için büyümeyi en iyi belirleyen model olduğu sonucuna varılmıştır.

Uyum ve güvenilirlik konusunda Richards modelini sırasıyla Brody, Stevens, Bertalanffy, Gompertz ve Lojistik modelleri izlemiştir. Uyum ve güvenilirlik için kriterler α değeri, hata kareler toplamı ve determinasyon katsayısıdır. Richards modelinde α , HKT ve r^2 sırasıyla, 3141.12, 63486.65, 0.9972 dir. Hata kareler toplamı yönünden modellere ait değerler yukarıdaki sıra ile, 65494.7, 65496.6, 127281.9, 192664.8, 413222.9' dur.

GİRİŞ

Biyolojik olarak büyüme, mevcut kitleye yeni moleküllerin eklenmesiyle canlıların vücudunda meydana gelen artıştır. Canlılarda büyüme, vücutta hücre sayısının artışı, hücre büyüklüğünün artışı ya da her ikisinin artışı ile şekillenir. Büyüme değişik kriterler ile belirlenir. Bunlar arasında başta gelen kriter, ağırlık artışıdır. Ağırlık artışının yanında boy uzunluğu gibi bazı vücut ölçüleri de büyüme kriteri olarak kullanılır (13).

Büyüme analizi tıp, ekonomi, ziraat vb. gibi bir çok çalışma alanlarında incelenmektedir. Büyümenin tanımlanması için uzun bir zaman periyodu boyunca bir çok değişik modeller geliştirilmiştir. Bu zaman periyodu içinde, üzerinde durulan ana tema, doğrusal olmayan

bir gelişme şeklinde belirlemiştir. Bu modellerin gerçeğe uyumu ve tanımlanan eğilimi ile büyüme eğrisi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Büyüme verilerinin analizinde iki temel yaklaşım vardır. Bunlardan birisi istatistiksel yaklaşım ve diğeri mekanik yaklaşımdır. İstatistiksel yaklaşım yalnızca deneysel ve çok değişkenli modellerde kullanılan polinom eğrilerinin uygunluğunu kapsayan bilgilerden oluşur. Bu modellerdeki teori Seber (12) tarafından tanımlanmıştır. Biyolojik büyüme, mekanik yaklaşım içinde kabul edilir.

Doğrusal olmayan modellerle parametre tahminleri yapılabilmesi için genellikle, tekrarlı teknikler kullanılmaktadır. Bu alanda bir çok metotlar teklif edilmiş ve üzerlerinde ayrıntılı yorumlar yapılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, doğrusal nitelikte olmayan biyolojik büyüme için uygun metotları belirlemek, tavuk yetiştiriciliğinden alınan veriler kullanılarak büyümenin istatistiksel yorumunu yapmak ve bu alanda çalışan uygulayıcılara yol göstermektir.

Büyüme modelleri, belirli alanlarda ve problemlerde, ilgilenilen özel konuya göre değişmektedir. Bir çok araştırmacı, hayvan gelişimini farklı dönemlere ayırarak her bir dönemde zaman - büyüme ilişkilerini incelemiş ve değişik modellerle büyümenin istatistik analizlerini yapmış, büyüme tahmin metotlarını geliştirmiştir (2, 5, 7, 8). Modeller arasında bazı farklar olmakla beraber araştırmacılar büyümenin bir bütün olarak ele alınmasında birleşmişlerdir. Büyüme analizi için tüm eşitliklerin kullanılmasında ortak görüş, büyümenin noktadan noktaya oluşmadığı, değişik hayvan tür ve ırklarında azalma ve çoğalmaların bir süreklilik içinde yer aldığıdır.

Sığır, keçi, tavuk, fare, domuz, maymun gibi altı farklı hayvan türünde zaman olarak ergin çağı esas alınarak canlı ağırlıklar incelendiğinde, canlı ağırlıkların zaman akışı içinde genellikle artma yönünde olduğu görülür. Bazı hayvan türlerinde ileri dönemlerde bir miktar azalma meydana gelir. Büyümenin ergin çağa göre ilk % 10' luk aşamasında yaş ile beraber ağırlık artışındaki değişimler doğrusal bir

nitelik gösterdiğinden artış ve azalışlarda dengenin nispeten sabit kaldığı bildirilmiştir. Ergin çağa yaklaştığında büyüme tekrar doğrusal modele dönüşür. Yaş artışı ile beraber ağırlık için değişimler aynı modeli izleme eğiliminde olsa bile türler arasında bir miktar farklılık bulunur. Rhesus maymununun, büyüme eğrisinde hayat süresinin yüzde yirmisi içinde kademeli olarak ağırlık artışı görülmüştür. Diğer hayvanlarda ise (sığır, tavuk, fare, domuz, keçi) yaşam sürelerinin yüzde on ya da onbeşini tamamlamadan önce canlı ağırlık artma eğilimi göstermiştir. Tavuk ve sığırların büyüme eğrilerindeki benzerlik, onların hızlı büyüme ve erken erginliğe erişmeleri yönünde yapılagelmiş olan seleksiyon uygulamaları ile izah edilmiştir (3). Bu hayvanlara ait yaşam grafiğine bakıldığında büyüme eğrisindeki dönüşüm, cinsel erginlikten hemen sonra oluşmaktadır. Bununla beraber Jersey sığırlarında ve Beyaz Leghorn tavuklarında erginlik, ilk doğrusal büyüme safhasının merkezine yakın olarak meydana gelir (3). Gerek Jersey sığır ırkı, gerekse Leghorn tavuk ırkı verim özellikleri doğrultusunda kuvvetli bir seleksiyona maruz kalmıştır. Bu kuvvetli seleksiyon etkisi sonucu hayvanlarda hem cinsel gelişme hem de yapısal gelişme hayatın erken dönemlerine kaymıştır. Bu durum Leghorn tavuklarında daha belirgindir. Fareler ve kobaylar gibi hayvansal ürün üretimi söz konusu olmayan hayvanlarda ise ortalama tipte bir büyüme modeli görülür.

Büyüme nicel bir karakterdir ve ağırlık, yükseklik gibi bir çok ölçülebilen karakter büyümeyi temsil eder. Ayrıca büyüme içindeki zaman dilimlerinin eşit aralıklarla olması gerekli değildir. Ya da matematiksel olarak günlere, saatlere ve dakikalara ilişkili olması gerekli değildir. Zamanın bir fonksiyonu olarak, ağırlık ya da yükseklik gibi değişebilen nicel veriler için doğrusal olmayan istatistiksel metotlar kullanılabilir. Bu yüzden ağırlık bağımlı değişken, zaman ise bağımsız değişken olarak adlandırılır (12).

Spector (14), insanların yaşlarına karşılık gelen vücut ağırlıklarının tahmin edilmesinde basit regresyon analizi ile logaritmik fonksiyon yöntemini karşılaştırmıştır. Araştırmacı, logaritmik yöntemle bulunan eğrinin gözlenen büyüme eğrisine daha uygun olduğu sonucuna varmıştır.

Büyüme eğrisi çalışmaları (13) Savannah maymunlarında da uygulanmıştır. Savannah maymunlarında genelleştirilmiş lojistik model ve Gompertz tipi modeller, ortalama ağırlık artışına uygulanmıştır.

Shohoji ve Sasaki (1.3) ortalama vücut ağırlığını esas alarak t yaşındaki ağırlığı matematiksel hesaplamalarla sunmuştur.

MATERYAL VE METOT

Çalışmanın hayvan materyalini Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yetiştirilen broiler damızlık tavuklar oluşturmuştur. Çalışmaya Aralık (A), Mayıs (B) Ekim (C) aylarında kuluçkadan çıkan civcivlerle başlanılmıştır. Ayrıca bu ayların ortalamalarına ait değerler de (G) analizde kullanılmıştır.

Damızlık dişi sürünün yumurtadan çıkışlarından itibaren 63. haftaya kadar haftalık olarak canlı ağırlık tartımları yapılmıştır. Her seferinde sürünün % 10' u kadar hayvan tesadüfi olarak alınmış ve tartımları 10 grama hassas tartı aleti ile yapılmıştır. Broiler damızlık tavuk yetiştiriciliğinde 63. haftada ergin beden iriliğine ulaşıldığı kabul edilmektedir.

Büyüme zamana bağlı olarak açıklayan çeşitli modeller önerilmiştir. Bunların ortak özelliği büyümenin doğrusal olmayan bir model şeklinde açıklanmış olmasıdır. Bu çalışmada aşağıda isimleri verilen altı değişik model kullanılarak tavuklardaki büyüme eğrisi incelenmiştir.

1. Brody büyüme modeli : $w = \alpha (1 - \beta e^{-kt}) + C_i$ dır (2).
2. Lojistik büyüme modeli : $w = \alpha / (1 - \beta e^{-kti}) + C_i$ dır (12).
3. Gompertz büyüme modeli : $w = \alpha \exp(-\beta e^{-kti}) + C_i$ dır (4).
4. Richards büyüme modeli : $w = \alpha (1 - \beta e^{-kti})^m + C_i$ dır (10).
5. Von Bertalanffy büyüme mod. : $w_i = \alpha (1 - \beta e^{-kti})^n + C_i$
 $i = 1, 2, \dots, n$ dır (1).
6. Stevens büyüme modeli : $Y = \alpha - \beta(p^x) 0 < 1$ dır (4).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yaşa bağlı olarak büyümeyi açıklamak, büyüme modeli oluşturma ve model parametreleri tahmini konusudur. Doğrusal olmayan büyüme modellerinin, parametre tahminleri komplike hesaplamaları gerektirir. Bu amaçla tekrarlı yöntemlerle çözümlenebilen bilgisayar programları kullanılmaktadır. Bu çalışmada doğrusal olmayan modellerin parametre tahmini için statgraph programı kullanılmıştır. En uygun büyüme modelinin seçiminde, regresyondan ayrılış kareler toplamının bir diğer deyişle hata kareler toplamının (HKT) küçük, determinasyon katsayısının (r^2) güvenilirlik derecesi büyük ve α parametresinin küçük olması esas alınmıştır. Üç dönem ve bu üç dönemin ortalamalarından oluşan genel verilere ait gerçek değerler Tablo 1' de gösterilmiştir. Richards modelinin Mayıs ayı çıkışlı civcivlere (B) ait verilere dahi iyi uyduğu görülmüştür.

Üç döneme ait ortalama değerlerle (Tablo 1) modellerden elde edilen değerlere (Tablo 2) bakıldığında; Richards modelinin bu değerlere en iyi uyduğu; Bertalanffy ve Brody modellerinde uygunluk yönünden sırası ile bu modeli izledikleri sonucuna varılmıştır (Tablo 2). Richards büyüme modelinin uygulanması sonucunda diğer modellere göre, regresyondan ayrılış kareler toplamının (HKT) küçük olduğu, determinasyon katsayısının (r^2) güvenilirlik derecesinin yüksek olduğu ve α parametresinin küçük olduğu görülmüştür. Richards büyüme modelinin en uygun model olmasında parametre sayısının dört olmasının önemli bir rol oynadığı anlaşılmıştır. Broiler anaç dişilerde büyümenin tanımlanmasında uygunluk yönünden üç ve dördüncü sıraları Stevans ve Bertalanffy modelleri almıştır. Mayıs (B) döneminde büyüme modellerine ait teorik değerler grafik 1 'de gösterilmiştir.

Elde edilen bulgulara dayanarak, mayıs ayında çıkan civcivlerin ağırlık artışlarına ait tahmini değerlerin, gözlenen gerçek ağırlık artışlarına ait değerlere en yakın sonuçlar verdiği ve tavuklarda büyüme grafiğinin istatistik tanımlamasını Richards modelinin en güvenli olarak verdiği ifade edilebilir.

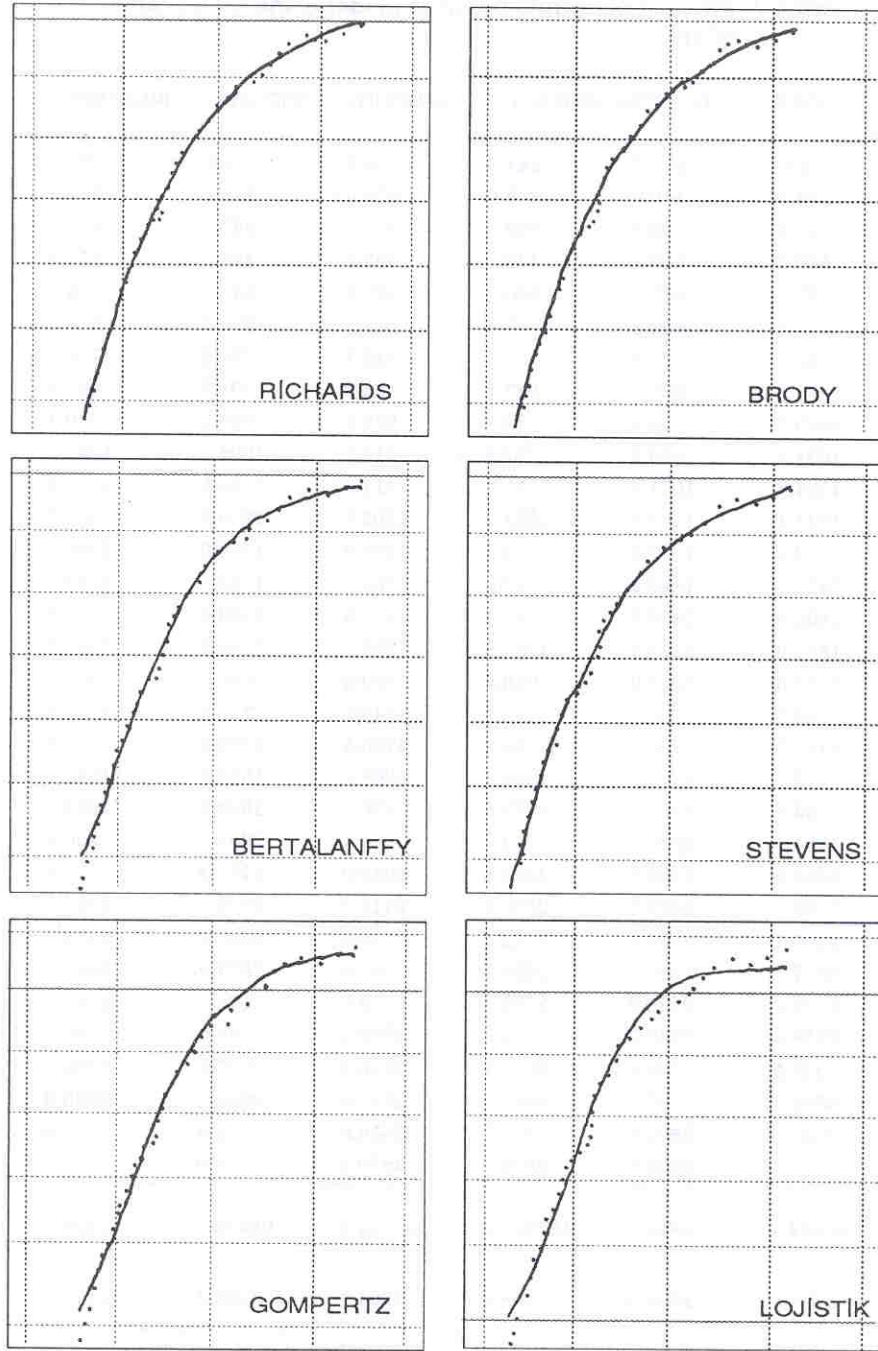
Uyum ve güvenilirlik konusunda Richards modelini sırasıyla, Brody, Stevens, Bertalanffy, Gompertz ve Lojistik modelleri izlemiştir. Uyum ve güvenilirlik için kriterler α değeri, hata kareler toplamı ve determinasyon katsayısıdır. Richards modelinde α parametresi, hata kareler toplamı (HKT) ve determinasyon katsayısı (r^2) sırasıyla, 3141.12, 63486.65, 0.9972' dir. Hata kareler toplamı yönünden modellere ait değerler yukarıdaki sıra ile, 65494.7, 65496.6, 127281.9, 192664.8, 413222.9' dur.

Tablo 1- A, B, C, G dönemlerinde gözlenen değerler.

A	B	C	G
142.4	98.2	201.8	147.5
228.3	203.2	265.1	222.2
340.9	305.5	436.9	361.1
440.8	466.2	539.0	482.0
503.1	603.8	649.8	585.6
662.5	706.4	744.1	704.3
759.0	792.6	762.9	771.5
760.1	905.4	844.2	836.6
892.9	1024.9	955.2	957.7
992.9	1077.8	1025.3	1031.8
1099.4	1182.7	1096.2	1126.1
1082.2	1288.5	1182.4	1184.4
1142.5	1381.1	1254.0	1259.2
1221.1	1418.0	1259.8	1299.6
1307.7	1507.6	1399.3	1404.9
1399.8	1532.9	1504.2	1479.0
1509.3	1530.4	1535.4	1525.0
1542.2	1580.2	1640.0	1587.5
1670.3	1766.2	1772.2	1739.6
1787.2	1887.2	1814.4	1829.6
1828.9	1958.9	1925.4	1904.4
1912.1	2022.4	1975.8	1970.1
2258.9	2180.0	2076.0	2171.6
2352.0	2365.1	2204.9	2307.3
2482.9	2501.0	2300.2	2428.0
2526.0	2544.2	2363.6	2477.9
2547.4	2659.6	2412.7	2539.9
2566.9	2816.2	2488.2	2623.8
2606.0	2875.1	2544.7	2675.3
2588.0	2843.7	2605.8	2679.2
2634.4	2897.6	2650.7	2727.6
2750.7	2949.3	2690.7	2796.9

Tablo 2- Mayıs döneminde büyüme modellerine ait parametreler.

T (Hafta)	BRODY	LOJİSTİK	BERTALANFY	GOMPERTZ	STEVENS	RICHARDS
2	74.1	401.7	241.5	296.3	74.0	98.6
3	218.5	448.9	318.9	358.0	202.4	219.3
4	337.1	500.3	393.0	425.9	337.0	333.7
5	460.1	556.3	473.6	499.2	460.0	456.3
6	577.8	617.0	566.4	577.7	577.7	570.7
7	690.5	682.2	653.3	660.4	690.3	631.5
8	798.8	753.0	752.3	746.7	798.1	738.5
9	901.3	826.1	947.4	935.7	901.2	891.5
10	1000.0	904.4	942.7	926.6	999.3	990.7
11	1094.4	986.4	1027.5	1013.6	1094.2	1065.7
12	1184.7	1071.6	1131.2	1111.0	1184.5	1177.3
13	1271.1	1159.6	1223.2	1203.1	1270.9	1265.0
14	1353.8	1249.5	1313.2	1299.3	1353.6	1349.1
15	1422.9	1840.9	1400.8	1384.0	1432.7	1429.6
16	1508.6	1432.7	1485.6	1471.6	1508.4	1506.8
17	1581.0	1524.4	1567.5	1557.0	1580.9	1580.6
18	1650.3	1615.0	1646.4	1629.5	1650.1	1651.2
19	1716.5	1704.0	1722.1	1719.1	1716.3	1751.8
20	1780.0	1790.5	1794.5	1795.5	1779.8	1733.4
21	1840.7	1274.0	1863.6	1868.5	1840.4	1845.2
22	1893.7	1954.0	1929.5	1936.1	1898.5	1904.2
23	1954.3	2030.0	1992.2	2004.1	1954.1	1960.7
27	2153.5	2269.7	2211.8	2233.9	2153.3	2162.4
31	2320.5	2477.7	2386.3	2412.2	2320.2	2320.2
35	2460.4	2604.5	2522.7	2546.8	2460.2	2462.6
39	2577.7	2686.1	2629.1	2646.6	2577.4	2585.2
43	2675.9	2736.8	2702.1	2719.6	2675.7	2681.1
47	2758.3	2767.9	2770.3	2772.4	2758.0	2760.6
51	2927.3	2786.6	2816.9	2910.2	2827.0	2826.3
55	2885.2	2797.9	2852.1	2537.5	2984.9	2980.3
59	2933.6	2804.6	2878.7	2656.9	2933.3	2925.9
63	2974.3	2802.5	2898.7	2870.7	2974.0	2963.1
HKT	65494.7	418868.9	127881.9	198664.8	65496.6	62476.7
α	3184.5	2814.8	2958.6	2904.9	3184.2	2141.1
r^2	0.9972	0.9883	0.9945	0.9917	0.9971	0.9972



Grafik 1- Mayıs çıkışlı civcivlerde altı modele göre belirlenen büyüme eğrileri.

LİTERATÜR LİSTESİ

1. BERTALANFFY, L., VON (1938): A Quantitative Theory of Organic Growth, Human Biology, 10 (2) : 181 -213.
2. BRODY, S. (1945): Bioenergetics and Growth, New York, Reinold Publishing Cop.
3. CALLOW, E. H. (1968): Comparative Studies of meat. The Changes in the Carcass during growth and fattening and their relation to the chemical composition of the fatty and muscular tissue. J. Agric. Sci. 38: 174- 199.
4. DRAPER, N. R. and SMİTH, H. (1981): Applied Regression Analysis, John-Wiley and Sons, Inc., Newyork.
5. FABENS, A. J. (1965): Properties and fitting of the Von Bertalanffy growth curve. Growth 29: 265 -289.
6. GUTTMAN, R. and GUTTMAN, L. (1965): A new approach to the analysis of growth patterns: the simplex structure of intercorrelations of measurements. Growth 29: 219 -232.
7. LAIRD, A. K. (1965): Dynamics of normal growth, Growth 29, 233 -243.
8. MCMEEKAN, C. P. (1959): Principles of Animal Production Whitecombe Tombe, Ltd., London, Melbourne, Sydney, Perth.
9. NELDER, J. A. (1962): An Alternative Form of Generalized logistic Equation. Biometrics, 18: 614 -616.
10. RICHARD, J. F. (1959): A Flexible Growth Function for Emprical Use. J, Experimental Botany, 10: 290 -300.
11. SANDLAND, R. L. (1983): Mathematics and the growth of organism - some historical impressions, Mat. Scientist, 8, 11 -30.
12. SEBER, G. A. F. (1989): Growth models. Nonlinear regression 7, 225 -227.
13. SHOHOJI, T. and SASAKI, H. (1985): An Aspect of growth analysis of weigth in Savannah Baboon. Growth. 49: 500 -509.
14. SPECTOR, S. (1956): Handbook of Biological Data. Saunders, Philadelphia.