

JAPON BILDİRCİNLERİNDE ( *Coturnix coturnix japonica*) ÇEŞİTLİ DOĞRUSAL ve DOĞRUSAL OLMAYAN BÜYÜME EĞRİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

M.İ. SOYSAL<sup>1</sup>

Y.T. TUNA<sup>1</sup>

E.K. GÜRCAN<sup>1</sup>

E. ÖZKAN<sup>1</sup>

Comparison of several linear and non-linear growth equation in japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*).

SUMMARY

This investigation was aimed to determine best fitted growth curve in data of live weight measurement of the 1-210 day old japanese quail. The parameters of two non-linear growth model (Gompertz, Logistic), non-linear equations such as polinomic, logaritmik models and linear equations were determined in the data of japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*).

The rate constant of above mentioned five equations were calculated for every individuals, than overall averages and standart errors of the every constants were also determined .

Each of growth equations describes the weight of quail as a function of time. Body weight from 1<sup>th</sup> day of hatching to the 210<sup>th</sup> day were taken once a week in order to investigate growth curves of quail. Best fitted model was selected according to the result of the coefficients of determinations ( $R^2$ ) and differences between observed and expected values under the equation taken.

The rank of superiortory obtained among the equations according to the ( $R^2$ ) of the equations were as follows respectively Logistic ( $R^2=0.94$ ), Polinom ( $R^2=0.94$ ), Gompertz ( $R^2=0.93$ ), Logaritmik ( $R^2=0.81$ ) and linear ( $R^2=0.53$ ) for the general data .

KEY WORDS: Growth curve, gompertz model, polinomial model, logistic model, logaritmik model, linear model

GİRİŞ

Çeşitli çiftlik hayvanları türlerinde büyüme karakteristiklerini sergilemek için bir çok araştırma yapılmıştır.

FJ Richards (1959), Mono moleküler eşitlik olarak tanımladığı  $W=A(1-be^{-kt})$  eşitliğinde büyüme hızının  $K(A-W)$  değerine eşit olduğunu belirtmektedir. Araştırmacı Autokatalitik eşitlik olarak tanımladığı logistik modelde [ $W=A/(1+be^{-kt})$ ] büyüme hızının [ $KW(A-W)/A$ ] şeklinde, Gompertz modelinde ise [ $W=A \cdot e^{-be^{-kt}}$ ] büyüme hızının [ $KW \log e (A/W)$ ] şeklinde olduğunu belirtmiştir. Bu eşitliklerde (t) zamanında (W) ağırlığının ergin ağırlık değeri (A), artış hızı (olgunlaşma hızı) sabitesi (k) ile (b)'nin fonksiyonu olduğu ifade edilmektedir. (B) terimi ise biyolojik bir anlama sahip olmayıp sıfır zamanındaki değeri belirtir. Mono

ÖZET

Bu çalışmada japon bildircinlerine ait 1 günlük yaşdan 210 günlük yaşa kadar canlı ağırlık ölçümlerine en iyi uyan büyüme eğrilerinin belirlenmesini amaçlanmaktadır. Japon bildircinlerinin (*Coturnix coturnix japonica*) verilerinden yararlanarak büyüme eğrilerinin elde edilmesinde iki doğrusal olmayan büyüme modeli (Gompertz, Logistic), Polinomik ve Logaritmik eşitlikleri ile doğrusal eşitliklere ilişkin parametreler belirlenmiştir.

Her bir model için bireysel büyüme eğrisi parametrenin tahminleri yapılarak ortalama ve standart hataları hesaplanmıştır. Ayrıca hesaplanan parametreler üzerine cinsiyet faktörünün etkisi varyans analizi ile incelenmiştir. Her büyüme eşitliği yaşın fonksiyonu olarak ağırlığı tanımlamaktadır. Bildircinlerin büyüme eğrilerini incelemek için bir haftalık aralıklarla 1. günden 210'cu günlük yaşa kadar canlı ağırlıkları alınmıştır.

Hangi modelin daha uygun olup olmadığı konusunda belirleme katsayıları ile ilgili eşitlik için beklenen ve gözlenen değer farkları kullanılmıştır. Yapılan hesaplamalarda belirleme katsayıları Polinom model için  $R^2=0.94$  , Logistik model için  $R^2=0.94$ , Gompertz modeli için  $R^2=0.93$ , Logaritmik model için  $R^2=0.81$  ve linear model için ise  $R^2=0.53$  olarak bulunmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: Büyüme eğrisi, gompertz modeli, polinom model, logistik model, logaritmik model, linear model

moleküler modelin büküm noktası yoktur. Bu denklemlerde asimtotik ağırlık yani ergin ağırlık yada olgunlaşma erkenciliği (A), olgunlaşma hızı ise (K) ile gösterilir. Büyük (K) değeri erken olgunlaşan bireyleri, küçük (k) değeri ise geç olgunlaşan bireyi gösterir. Büküm noktası ise, tahmini büyüme hızı değerinin artıştan azalış eğilimine geçtiği noktayı belirtir. Ağırlıkta değişim hızı bu noktada en fazladır. Brody denkleminde büküm noktası bulunmaz. Ayrıca ilgili denklemin birinci türevi (dy/dt) sabit büyüme hızının ölçümünü verir. Bu terim ortalama ölçüm zamanı biriminde sabit değişimi tanımlar. Diğer bir deyişle belirli bir zaman aralığında başlama ve bitiş ağırlıkları arasındaki farkın ifade ettiği ağırlık artışı (dy/dt) ile tanımlanır. Bu terim aynı zamanda (t) zamanındaki ağırlığın ergin ağırlığa göre oranını ifade eder.

RE Richles (1967). Logistik, Gompertz ve Van Bertalanfy adları ile anılan çeşitli matematik ilişkileri ifade eden eşitlikleri kaktüs kuşlarının 18 günlük büyüme verilerinde uygulamış ve bu konuda bir

grafik yöntemi geliştirmiştir. Böyle çalışmalarda amaç zamanın fonksiyonu olarak ağırlığın değişimini doğrusal yada doğrusal olmayan matematik denklemlerle ifade etmektir.

HL Marks (1978). Bildircinlarda uzun dönem seleksiyon programlarında büyüme eğrisi özelliklerinin değişkenliğini göstermiştir. Bu araştırmada Richles RE (1967)'in Grafik yöntemini kullanılıp Gompertz modelin en iyi uyum gösterdiği belirlenmiştir.

Fitzhugh HA (1974). Seleksiyon çalışmalarının büyüme eğrisi tipinde değişkenliğe yol açtığını ifade etmektedir. Aynı araştırmacı büyüme eğrileri ile ilgili bilgilerin hayvancılıkta oldukça önemli olduğunu belirtmektedir. Büyüme eğrisinin optimum yemleme programları ve optimum kesim zamanının belirlenmesi bakımından önemli olduğu ifade edilmektedir.

RS Kersey (1985) et sığırlarında Brody ( $W_t = A(1 - Be^{-Kt})^m$ ) denklemini kullanarak benzer bir çalışma yapmıştır. Bu denklemlerde büküm noktası bulunmayıp (t) yaşındaki ( $W_t$ ) ağırlığının ergin (asimtotik) ağırlık ile birim zamanda ağırlık değişiminin logaritmik fonksiyonu olarak ifade edilen (K) olarak belirtilen sabiteye göre değişimi ifade edilmektedir. Aynı zamanda (m) değeri, eğrinin şeklini tanımlar.

Tavşanlarda da benzer çalışma Richards ve Gompertz modelinin verilere uyumunun testi hakkında kullanılmıştır (Blasco 1993).

Kocabaş (1996) Akkaraman, İvesi x Akkaraman ve Malya, Akkaraman kuzularında 10 haftalık besi boyunca ağırlık verileri ortalamalarının zamana göre değişimini doğrusal regresyon eşitlikleri biçiminde hesaplanmıştır. Elde edilen determinasyon katsayıları yardımıyla tahminlerin istatistik anlamı incelenmiştir.

Lavrencic ve ark. (1997) bu tip eşitliklerden, kaba yemlere ilişkin organik bileşenlerin rumen içerisindeki parçalanma özelliklerinin tanımlamasında da kullanılmıştır. Bu amaçla Üslü ve Gompertz denklemleri kullanılmıştır.

Akbaş (1998) bildircinlarda iki ayrı seleksiyon hattında Gompertz, Bertalanfy, Logistik modellerden tümünün ağırlık ve yaş verilerine uyduğunu ancak Gompertz'in en uygun olduğu sonucuna varmıştır.

Brown ve ark. (1990) sığırlarda yapılan bir çalışmada yaş-ağırlık ilişkisini incelemek için Bertalanfy, Broody, Gompertz, Logistic ve Richard modelleri kullanılmıştır.

Yapılan bu çalışmanın amacı ise her 7 günde bir yapılan 210 günlük süre ile ağırlık tartımları yapılmış olan 57 erkek ve 55 dişi olmak üzere 110 bildircininde çeşitli büyüme eğrilerinin verilere uyumunu tespit edip aralarında mukayeseler yapmaktır.

## MATERYAL ve METOT

Bu çalışma T.Ü. Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü bildircin ünitesinde yetiştirilen 57 erkek ve 55 dişi olmak üzere iki farklı cinsiyet grubunda 112 bildircin üzerinde yürütülmüştür. Bildircinlar 1. günden itibaren yedişer günlük aralıklarla 210'cu güne kadar tartılarak elde edilen ağırlık verileri kullanılmıştır. Bildircinlar 0-4 hafta arasında %28 ham protein 3050 ME,kcal/kg enerji içeren başlatma yemi ile 4 ve daha sonraki haftalarda ise bildircinlar %20 ham protein ve 2900 ME,kcal/kg içeren büyüme yemi ile beslenmişlerdir. Yem ve su sınırsız (ad libitum) olarak uygulanmıştır. Bildircinlar ilk bir hafta civciv döneminde 23 saat aydınlık ve 1 saat karanlık, daha sonraki dönemlerde ise 17 saat ışık alacak şekilde ışıklandırma programına tabii tutulmuştur.

Büyüme eğrilerine ilişkin çeşitli modeller ve bu çalışmada kullanılan doğrusal ve doğrusal olmayan (eğrisel) modeller tablo 1 de sunulmuştur. Her modelde (A) terimi asimtotu temsil etmekte olup ortalama ergin ağırlığı ölçer. (K) değeri ise ergin ağırlığa göre büyüme hızını gösterir. (K) değeri büyüme hızı ve (dy/dt)değeri ile büküm noktası koordinatlarına ( $Y_i$  ve  $T_i$ ) bağlıdır. Büküm noktası ise büyüme hızının artıştan azalışa geçtiği noktadır. Brody denkleminde büküm noktası yoktur, Richard modelinde bulunan büküm noktası değişken (variable) olduğundan tabloda gösterilmemiştir.  $Y_i$  değeri büküm noktasındaki ağırlık  $T_i$  ise büyüme hızının en fazla olduğu noktadaki yaştır. Söz' edilen A, B, K, C, D parametreleri her bir hayvan için ayrı ayrı statistica (1994) paket programında non linear estimation alt programında belirlenmiştir. Daha sonra her hayvan için belirlenen parametrelerin erkek, dişi ve genel grup için ortalama ve standart hataları hesaplanıp Tablo 2' de verilmiştir. Daha sonra hesaplanan ortalamalardan yararlanarak büyüme eğrileri çizilmiştir. Benzer şekilde belirlenen denklem parametrelerinden yararlanarak büküm noktasındaki ağırlık ve yaşlar her hayvan için hesaplanmıştır. Daha sonra bu değerler cinsiyetlere göre gruplanarak ortalama ve standart hataları belirlenmiştir. Tablo 4 de bu değerler verilmiştir.

Ortalama değerlerden elde edilen çeşitli büyüme eğrileri denklemleri yardımı ile elde edilen çeşitli dönemlere ait beklenen değerler ile aynı dönemlere ait gözlenen değerlerin farkı tüm modeller için genel olarak grafikler halinde gösterilmiştir. Elde edilen tüm parametrelerin cinsiyet faktörü bakımından farklılığın istatistiksel olarak önemli olup olmadığı varyans analizi ile test edilerek Tablo 3 'de verilmiştir.

Tablo1. Büyüme Eğrilerinin Tahmininde kullanılan Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Modeller.

Modeller	Fonksiyon	$Y_i$ (büküm noktasında ağırlık)	$T_i$ (büküm noktasında yaş)
Gompertz (G)	$Y=A \exp(-B \cdot \exp(-K \cdot t))$	$\ln(B)/K$	$A/e$
Logistic (L)	$Y=A(1+B \cdot \exp(-K \cdot t))^{-1}$	$-\ln(1/B)/K$	$A \cdot (0.5)$
Polinom	$Y=A+Bt+Ct^2+Dt^3$	----	----
Logaritmik	$Y=A+B \log_{10} t$	----	----
Linear	$Y=A+B \cdot t$	----	----

Tablo2. Büyüme Eğrisi Parametrelerinin Ortalamaları ve Standart Hataları.

Gompertz Modeli	N	A	B	K	R	
Genel	112	174.19±2.80	6.97±0.82	0.067±0.004	0.965±0.008	
Dişi	55	180.93±4.61	6.20±0.56	0.067±0.008	0.947±0.017	
Erkek	57	167.69±3.04	7.71±1.53	0.066±0.001	0.983±0.0017	
Logistik Model	N	A	B	K	R	
Genel	112	168.96±3.21	33.18±5.81	0.089±0.002	0.970±0.005	
Dişi	55	180.09±4.57	29.53±4.16	0.085±0.003	0.965±0.008	
Erkek	57	158.22±4.05	36.70±10.73	0.092±0.003	0.974±0.008	
Linear Model	N	A	B	r		
Genel	112	81.21±1.05	0.607±0.009	0.73±0.005		
Dişi	55	83.67±1.46	0.66±0.013	0.74±0.007		
Erkek	57	78.85±1.46	0.55±0.010	0.73±0.007		
Logoritmik Model	N	A	B	r		
Genel	112	-92.79±2.26	124.65±1.65	0.90±0.02		
Dişi	55	-104.63±3.01	135.20±1.99	0.90±0.004		
Erkek	57	-81.36±2.59	114.46±1.78	0.91±0.003		
Polinom Model	N	A	B	C	D	R
Genel	112	-32.57±0.94	4.77±0.056	-0.038±0.0037	0.0001±0.000001	0.97±0.001
Dişi	55	-35.43±1.28	4.93±0.080	-0.042±0.0075	0.0001±0.000001	0.96±0.001
Erkek	57	-29.80±1.28	4.61±0.074	-0.034±0.0007	0.0001±0.000001	0.97±0.001

## SONUÇLAR

Söz konusu modeller belirleme katsayısı ( $R^2$ ) yardımı ile karşılaştırılmıştır. En iyi denklemi belirleme kriteri olarak en büyük ( $R^2$ ) 'yi veren denklemin seçimi yolu alınmıştır. Cinsiyetlere göre ortalama alınarak hesaplanan parametrelerin arasındaki farkların önemli olup olmadığı grup karşılaştırma testleri ile yapılmıştır (Soysal 1998). Tablo 2'de büyüme eğrisi parametrelerine ilişkin alt gruplara ait çeşitli tanıtıcı istatistikler sunulmuştur. Ayrıca genel grup için hesaplanan korelasyon katsayıları ise Logistik ve Polinom modeli için  $r=0.97$  olarak bulunurken, Gompertz modelinde  $r=0.96$ , Logoritmik modelde  $r=0.90$  ve

Linear model için ise  $r=0.73$  olarak bulunmuştur. İlgili tabloda en yüksek ve en düşük korelasyon katsayısı sırasıyla Gompertz modelinde erkek bireyler için  $0.98±0.001$  ve Linear modele ait erkek bireyler için  $0.73±0.007$  olarak bulunmuştur. Varyans analiz tablosundan da anlaşılacağı üzere A parametresinin tüm matematik modeller için erkek ve dişi cinsiyetteki farklılığı önemli bulunmuştur. Modellerde bulunan B parametresi ise sadece Logoritmik, Linear ve Polinom modelde cinsiyet bakımından önemli bulunmuşken, Korelasyon katsayılarının cinsiyete göre farklılığı sadece Gompertz ve Polinom modellerinde saptanmıştır.

Tablo3. Cinsiyetin Çeşitli Büyüme Denklemlerine Etkisinin Şanstan İleri Gelme Olasılıklarını Gösteren Varyans Analiz Tablosu (Sadece P olasılık değerleri verilmiştir,  $p<0.05$  olan değerler istatistiksel olarak önemli olmayı yansıtır).

VK	SD	A	B	K	R	C	D	Modeller
Cinsiyet	1	0.00*	0.54	0.09	0.44	---	---	Logistik
Cinsiyet	1	0.01*	0.36	0.95	0.03*	---	---	Gompertz
Cinsiyet	1	0.00*	0.00*	---	0.40	---	---	Logoritmik
Cinsiyet	1	0.02*	0.00*	---	0.65	---	---	Linear
Cinsiyet	1	0.00*	0.00*	---	0.00*	0.30	0.84	Polinom

\* $P<0.05$  = cinsiyetler arasında ilgili parametre bakımından gözlenen farklılığın şanstan ileri gelme olasılığının % 5 az olduğunu gösterir.

Tablo 4. Logistik ve Gompertz Modelleri için Büküm Noktalarında Yaş (t) ve Ağırlık (y) Değerlerinin Ortalama ve Standart Hataları.

Değişken	Büküm Noktasındaki Ağırlık (y) gr	Büküm Noktasındaki Yaş(t) Gün
Gompertz Modeli		
Genel	64.85±0.86	28.01±0.42
Dişi	68.00±1.19 (a)	28.85±0.67 (a)
Erkek	61.88±1.12 (b)	27.24±0.50 (b)
Logistik Model		
Genel	84.48±1.60	35.38±0.42
Dişi	90.04±2.28 (a)	36.79±0.52 (a)
Erkek	79.11±2.02 (b)	34.03±0.62 (b)

Aynı sütundaki farklı cinsiyetlere ilişkin parentez içindeki harfler farklılığın ilgili ortalamalar için istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir ( $p<0.05$ ).

Tablo 5. Tüm Modellere Ait Denklemler ve Determinasyon Katsayıları

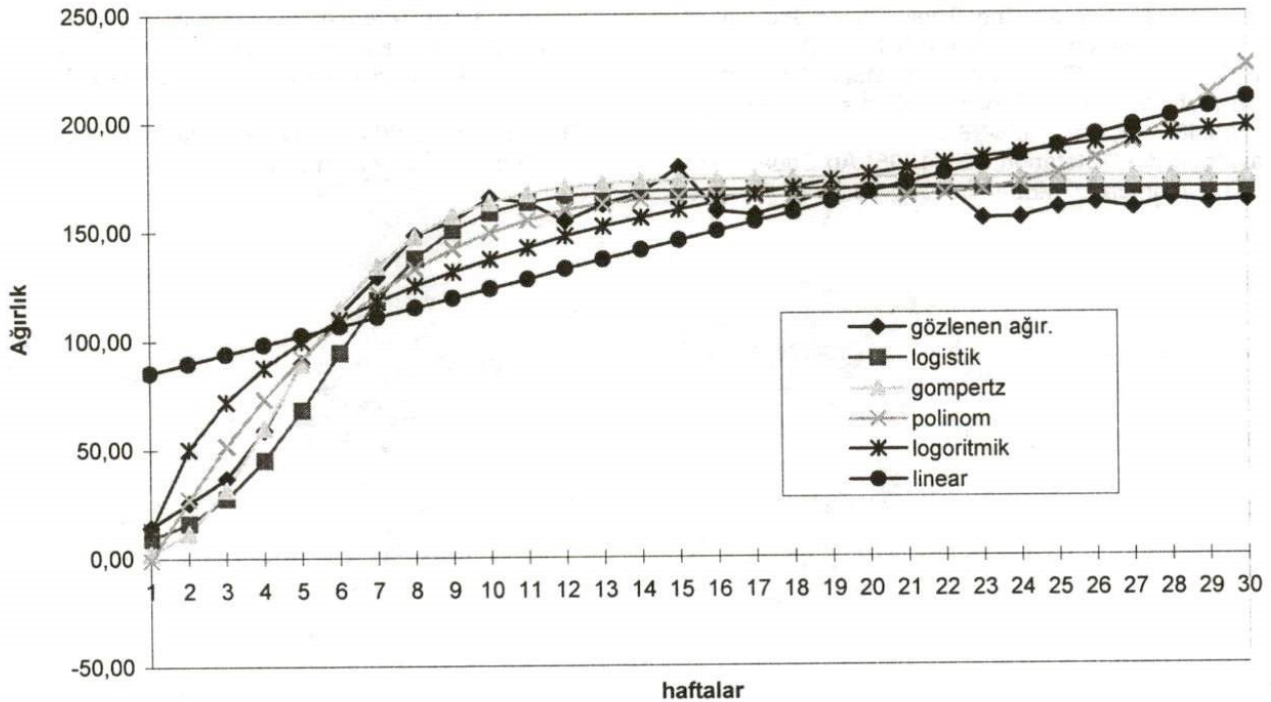
Linear Model	Denklem; $y=a+bt$	$R^2$
Genel	$y=81.21+0.607 t$	0.53
Dişi	$y=83.67+0.66 t$	0.54
Erkek	$y=78.85+0.55 t$	0.53
Polinom Model	Denklem ; $y=a+bt+ct^2+dt^3$	
Genel	$y=-32.57+4.77t-0.038t^2+0.0001t^3$	0.94
Dişi	$y=-35.43+4.93t-0.042t^2+0.0001t^3$	0.93
Erkek	$y=-29.80+4.61t-0.034t^2+0.0001t^3$	0.95
Logaritmik Model	Denklem; $y=a+b\log_{10} t$	
Genel	$y=-92.79+124.65\log_{10} t$	0.81
Dişi	$y=-104.63+135.20\log_{10} t$	0.81
Erkek	$y=-81.36+114.46\log_{10} t$	0.82
Gompertz Modeli	Denklem; $y=A\exp(-B\exp(-kt))$	
Genel	$y=174.19\exp(-6.97\exp(-0.067t))$	0.93
Dişi	$y=180.93\exp(-6.20\exp(-0.067t))$	0.89
Erkek	$y=167.69\exp(-7.71\exp(-0.066t))$	0.96
Logistik Model	Denklem; $y=A(1+B\exp(-kt))^{-1}$	
Genel	$y=168.96(1+33.18\exp(-0.089t))^{-1}$	0.94
Dişi	$y=180.09(1+29.53\exp(-0.085t))^{-1}$	0.93
Erkek	$y=158.22(1+36.70\exp(-0.092t))^{-1}$	0.94

Tablo 4'de anlaşıldığı gibi Logistik ve Gompertz modellerine ait ağırlık ve yaşa ilişkin büküm noktaları genel olarak (cinsiyet farkı gözetmeden) Gompertz modelinde  $64.8 \pm 0.86$ ,  $28.01 \pm 0.42$  ve Logistik model içinse  $84.48 \pm 1.60$ ,  $35.38 \pm 0.42$  olmuştur.

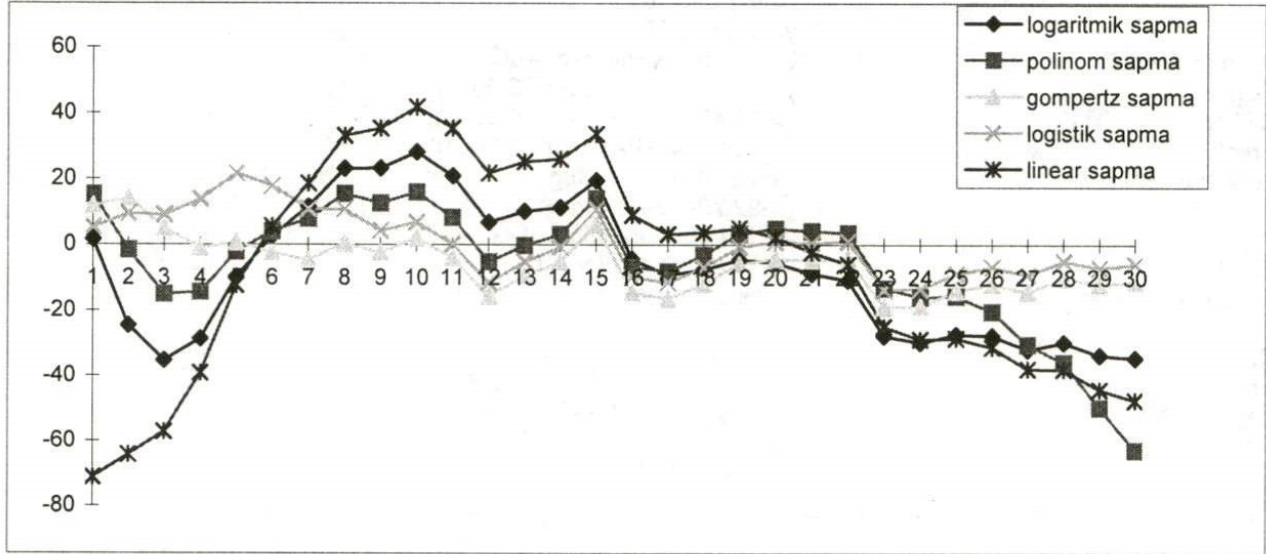
Kullanılan bütün matematik modeller ve çeşitli alt gruplar için elde edilen denklemler tablo 5'te sunulmuştur. Bu denklemlere ilişkin belirleme katsayıları aynı tabloda verilmiştir. Buna göre genel grup verileri için en yüksek belirleme katsayısı

Logistik ve Polinom modelde ( $R^2 = 0.94$ ), en düşük ise Linear modelde ( $R^2 = 0.53$ ) olarak belirlenmiştir. Buna göre erkek grup verileri için en yüksek belirleme katsayısı Gompertz modelinde ( $R^2 = 0.96$ ), en düşük ise Linear modelde ( $R^2 = 0.53$ ) olarak belirlenmiştir. Buna göre dişi grup verileri için en yüksek belirleme katsayısı Logistik ve Polinom modelde ( $R^2 = 0.93$ ), en düşük ise Linear modelde ( $R^2 = 0.54$ ) olarak belirlenmiştir.

Şekil 1. Çeşitli Linear ve Non-Linear Modellere Göre Gözlenen ve Beklenen Ağırlık (Gr) ve Zaman (Gün) Değerlerinin Dağılımı.



Şekil 2. Genel Bildircin Zaman-Ağırlık Verileri İçin Gözlenen Değerler ile Çeşitli Matematik Modellerle Elde Edilen Beklenen Değerler Arasındaki Farkların (Yg-Yb) Gösterimi .



#### KAYNAKLAR

- Akbaş Y (1998) Growth Curve Parameter of Lines Of Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*) Unselected And Selected For Four Week Body Weight. Arch. Cellgel, 1998,62 3).104-109 Issn 0003-9098 Veria. Euger Ulmer 6 Mbh Fco Stutgard.
- Blasco AEG (1993) A Note On Growth Curves Of Rabbit Lines Selected On Growth Rate or Litter Size. Anim. Production. 1993.57;332-334. British Society of Animal Production.
- HA Fithugh (1974) Analisis of Growth Curves And Strategies For Altering Their Shape. Journal of Animal Sciences Vol.42.N=4.(245-253).
- Ricklefs RE (1967) A Graphical Method of Fitting Equations To Growth Curves. Ecology, Vol.48.N=6, Page 978-983.
- Lavrencic AB, Stefanon DSI (1995) An Equation of The Gompertz Model In Degradability Studies Forage Chemical Components Animal Sci.1997,64,423-431.
- Marks HL (1978) Growth Curve Changes Associated With Long Term. Selection For Body Weight In Japanese Quail, Growth, 1978,42,129-140.
- Kersey RS, Brinks JS (1985) Genetic And Environmental Aspects of The Growth Curve Parameters In Beef Comb, 1985, Journal Of Animal Sci. Vol.61
- Kocabaş ZT, Kesici, Eliçin A (1997) Akkaraman, İvesi X Akkaraman ve Malya X Akkaraman Kuzularında Büyüme Eğrisi. Tr Journal Of Veterinary And Animal Science. 21 (1997) 267-275.
- Statsoft, Inc (1994) TulsasOK, Statistica For The Windows™ Operating System.