

Esmer Sığırlarda Büyümenin Doğrusal Olmayan (non-linear) Modellerle Analizi

Ömer AKBULUT

Bahri BAYRAM

Naci TÜZEMEN

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, 25240/ Erzurum (akbulut@atauni.edu.tr)

Geliş Tarihi : 21.04.2003

ÖZET : Bu çalışmada, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım İşletmesinde yetiştirilen Esmer dişi sığırların ağırlık-yaş kayıtları kullanılmıştır. Ağırlık kayıtları iki farklı şekilde analiz edilmiştir. Birinci yaklaşımda mevcut tüm ağırlıklar birlikte, ikincisinde ise, ağırlıkların aylık ortalamaları alınarak analiz edilmiştir. İki analiz şeklinde de elde edilen parametreler birbirine yakın şekillenmesine rağmen, R^2 ve HKO istatistikleri bakımından farklılıklar gözlenmiştir. Birlikte analizlerde modellerin uyumu %91.2-92.3 arasında değişirken, aylık ortalama ağırlıklara göre analizde ise bu değer %98.1-98.9 arasında olmuştur. Her iki analiz şeklinde de Esmer dişi sığırların yaşa bağlı olarak canlı ağırlıktaki değişimini en iyi Richards modeli açıklarken, en düşük uyumu Logistic model vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Büyüme eğrisi, Doğrusal olmayan modeller, Esmer sığırlar, Asimtotik ağırlık

Analysis of Growth in Brown Swiss Cattle By Non-linear Models

ABSTRACT : In this study, weight-age records of the female Brown Swiss cattle reared in the farm of college of Agriculture at Atatürk University were used. Weight records were analyzed in two different ways. In first approach, all available weights, in the second one, average monthly weights were analyzed. Although parameters obtained from both of the analysis were close each other, R^2 and MSE statistics were different. Fitting of the models, which all available weights were used, ranged from 91.2 % to 92.3 %, the same value for analysis which average monthly weights were used were between 98.1% and 98.9 %. Richards model in both analysis explained variation in live weight depending on age, the lowest fit was obtained from Logistic model.

Key Words: Growth curve, Non-linear models, Brown Swiss cattle, Asymptotic weight.

GİRİŞ

Hayvan yetiştiriciliği yapılan işletmelerde belirli amaçlar için hayvanlar periyodik olarak veya belirli yaş dönemlerinde (doğum, 1 yaş, ilk buzağılama vb.) tartılırlar. Elde edilen bu verilerden yararlanılarak yaşa bağlı olarak canlı ağırlıktaki değişimi, bir diğer ifade ile büyüme seyrini açıklamak mümkündür.

Canlıların yaşa bağlı olarak ağırlık ve vücut ölçülerinde göstermiş olduğu değişim büyüme eğrileri ile tanımlanabilir (Goonewardene vd., 1981; Kocabaş vd., 1997). Daha özel bir ifade ile ağırlık bakımından büyüme eğrisi, genetik ve çevresel faktörlerin etkisiyle şekillenen ve hayvanın ağırlığı ve yaşı arasındaki matematiksel ilişkiyi göstermektedir (Bethard, 1997). Bu ilişki Efe (1990) tarafından ağırlık-yaş eğrisi olarak tanımlanmıştır. Büyüme eğrilerindeki bilgiyi, biyolojik anlam veren parametrelerle açıklayan modellere de büyüme modelleri veya büyüme fonksiyonu (growth function) denilmektedir.

Büyüme eğrisi modellerinin tahmin ettiği üç ortak parametre vardır. Bunlar ergin canlı ağırlık (A), erginleşme hızı (k) ve doğumdan sonra kazanılan canlı ağırlığın ergin canlı ağırlığa oranını gösteren (B) parametrelerdir. Bu parametreler kullanılarak her bir hayvanın biyolojik büyüme sürecini tanımlamak mümkündür.

Büyüme eğrisi parametrelerini genetik-ıslah amaçlı kullanabilmek için her bir hayvanın bireysel ağırlık-yaş verilerinin analizine ihtiyaç vardır. Bu uygulama, çok büyük zaman ve işgücü gerektirir. Bununla birlikte bir işletme ya da sürüdeki hayvanların genel büyüme seyrini açıklayacak en iyi modelin belirlenmesine ihtiyaç

duyulabilir. Bu model ile üzerinde çalışılan hayvanların ortalama ergin canlı ağırlığı, erginleşme hızı gibi ölçütler elde edilebilir. Sürüye ait ortalama büyüme parametrelerinin amaçlandığı çalışmalarda genellikle mevcut tüm ağırlıklar birlikte analiz edilir.

Bu çalışmada, yüksek rakımı ve sert iklimi ile bilinen Erzurum ovasında konumlanmış, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım İşletmesinde yarı entansif şartlarda yetiştirilen Esmer dişi sığırların genel büyüme seyrini açıklayacak en iyi modelin tespiti amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Hayvan Materyali

Araştırmada hayvan materyali olarak, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım İşletmesinde 1987-1998 yılları arasında doğan Esmer ve dişi sığırların ağırlık-yaş kayıtları kullanılmıştır. Adı geçen işletmede buzağuların doğum ağırlıkları doğumu takip eden ilk üç gün içinde belirlenmiştir. Daha sonraki dönemlerde, hayvanlar sürüden çıkıncaya kadar İlkbaharda mera başı ve Sonbaharda ise mera sonu ağırlıkları alınmak üzere 6 aylık periyotlarla yılda iki kez tartılmışlardır. Çalışmada 189 hayvana ait 72 aylık ağırlık-yaş kayıtları kullanılmıştır. Sürüden 48 aylık yaştan erken çıkan hayvanların kayıtları değerlendirilmemiştir. Ayrıca 72 aylık yaştan sonraki ağırlıklar ile ağırlıkların alındığı dönemlerde yeni doğum yapmış, ağır gebe, hasta vb. durumlarda olan hayvanların ağırlıkları da değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Metot

Ağırlık-yaş verileri iki farklı yaklaşımla analize tabi tutulmuştur. Birinci yaklaşımda tüm ağırlıklar birlikte, ikinci yaklaşımda ise aylık ağırlık ortalamaları alınarak analiz edilmiştir. Analizlerde doğrusal olmayan 5 farklı model kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Büyüme eğrilerinin tahmin edilmesinde kullanılan doğrusal olmayan modeller

Model	Eşitlik
Brody	$Y_t = A(1-B.exp(-k.t))$
Bertalanffy	$Y_t = A(1-B.exp(-k.t))^3$
Logistic	$Y_t = A(1+B.exp(-k.t))^{-1}$
Gompertz	$Y_t = A.exp(-B.exp(-k.t))$
Richards	$Y_t = A(1-B.exp(-k.t))^m$

Modellerde;

Y_t : Bağımlı değişken olarak t. yaşta gözlenen vücut ağırlığını (kg),

t: Bağımsız değişken olarak yaşı (ay) göstermektedir.

A: Yaş sonsuza giderken ağırlığın asimptotik limitidir. Bütün modellerde ortak tahminlenen bu parametre ergin canlı ağırlığı göstermekte olup, ölçü birimi kg'dır.

B: Ağırlık (Y_t) ve zamanın (t) başlangıç değeri ile tahmin edilen doğumdan sonra kazanılan canlı ağırlığın ergin ağırlığa oranını göstermekte olup, birimi yoktur.

k: Maksimum büyüme oranının ergin ağırlığa oranını gösteren bu parametre, erginleşme hızı olarak ifade edilir. Bu parametrenin ölçü birimi ağırlık ölçüleri aylık periyotlarla alındığı zaman k/ay, günlük periyotlarla alındığı zaman ise k/gün şeklinde ifade edilir.

m: Tahmin edilen büyüme oranındaki değişikliğin artıktan azalışa geçtiği durumda meydana gelen değişim noktasını (point of inflection) göstermektedir.

Bertalanffy, Logistic ve Gompertz modellerinde değişim noktası sabit ($m=3, -1, \infty$), Richards modelinde ise m parametresi değişkendir.

Yukarıda açıklanan parametreler (A, B, k ve m), modellerin karşılaştırılmasında kriter olarak kullanılan belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareler ortalaması (HKO) istatistiklerin tahmini için SPSS paket programı kullanılarak genelleştirilmiş en küçük kareler metodu ve Levenberg-Marquardt iterasyon işlemi ile tahminler yapılmıştır.

BULGULAR

Esmer dişi sığırlara ait 1233 ağırlık kaydının iki farklı yaklaşımla analizi sonucu tahmin edilen parametreler Tablo 2'de sunulmuştur.

Araştırmada modelleri karşılaştırmada R^2 ve HKO istatistikleri kullanılmıştır. Tablo 2 incelendiğinde, ağırlıkların birlikte analizinde Logistic hariç, diğer dört modelde elde edilen R^2 ve HKO değerleri birbirine yakın olmuştur. Bununla birlikte, modeller içerisinde hem R^2 hemde HKO değeri bakımından Richards modelinin en iyi uyumu gösterdiği söylenebilir.

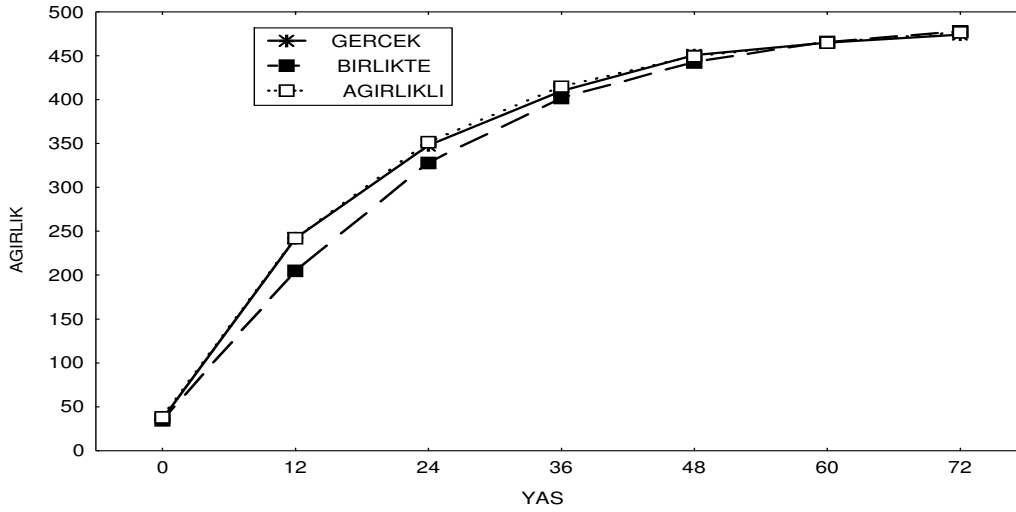
Bu analiz şeklinde ergin canlı ağırlığı (A) en yüksek Brody en düşük ise Logistic modeli tahmin etmiştir. Bu iki modelin tahminlediği değerler arasındaki fark 56 kg olmuştur. Erginleşme hızını ifade eden k parametresini, ergin canlı ağırlığı en yüksek tahminleyen Brody en düşük, ergin canlı ağırlığı en düşük tahminleyen Logistic modeli ise en yüksek tahmin etmiştir. Doğumdan sonra meydana gelen canlı ağırlık kazancının ergin canlı ağırlığa oranını gösteren B parametresini, biyolojik anlamlılığına en yakın Brody modeli tahmin etmiştir.

Mevcut ağırlıkların birlikte analizinde olduğu gibi, ağırlıkların aylık ortalamaları alınarak aylık ortalama ağırlıklara göre yapılan analiz sonucunda da modellerin uyumları birbirine yakın olmuştur (Tablo 2). Bununla birlikte, hem R^2 hem de HKO değeri bakımından dört parametrelili Richards modeli en iyi sonucu vermiştir.

Tablo 2. Esmer sığırlarda doğrusal olmayan büyüme modellerine ait parametreler ve bazı istatistikler

Model	Yaklaşım	A (kg)	B	k (1/ay)	m	HKO	R^2
Brody	I	514	.944	.0395	-	1614	92.2
	II	505	.968	.0423	-	166	98.7
Bertalanffy	I	479	.549	.0644	-	1606	92.2
	II	483	.524	.0612	-	156	98.8
Logistic	I	458	5.46	.1104	-	1820	91.2
	II	468	4.29	.0953	-	245	98.1
Gompertz	I	471	2.20	.0762	-	1647	92.0
	II	478	2.00	.0699	-	172	98.7
Richards	I	492	.824	.0525	1.51	1590	92.3
	II	490	.803	.0532	1.57	152	98.9

I: Birlikte analiz, II: Aylık ortalamaya göre analiz



Şekil 1. Birlikte ve aylık ortalamaya göre Richards modelinden tahminlenen ve gerçek ağırlıklara ait büyüme eğrisi

TARTIŞMA

Esmer dişi sığırlara ait ağırlıkların farklı iki yaklaşımla analiz sonucu elde edilen parametreler nispeten yakın şekillenmesine rağmen, HKO ve R^2 istatistikleri bakımından ağırlıklı ortalama analizinde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Birlikte analizlerde modellerin ağırlık-yaş değişimini açıklamadaki etkinliği % 91.2 ile 92.3 arasında değişirken, aylık ortalama ile analiz tekniğinde ise bu değer % 98.1 ve 98.9 arasında olmuştur.

İki analiz şeklinde de diğer dört modele göre Richards modelinin ağırlık-yaş değişimini açıklamadaki etkinliği daha yüksek olmuştur. Fakat aylık ortalamaya göre analizde bu modelden elde edilen R^2 değeri, birlikte analize göre % 6.6 birim daha yüksek çıkmıştır. HKO değeri bakımından da iki analiz şeklinde elde edilen değerler arasında yüksek farklılıklar gözlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre, mevcut ağırlıkların aylık ortalamalarının kullanılması durumunda, gerçek büyüme eğrisi ile modelin tahminlediği büyüme eğrisi arasındaki sapmalar, birlikte analize göre daha düşük olduğunu göstermektedir. Aylık ortalama ağırlıkların kullanılması sonucu modellerin uyumlarının, birlikte analiz yaklaşımına göre daha iyi olması beklenen bir sonuçtur ve ortalama etkisinden kaynaklanmaktadır.

Sütçü sığırlarda yürütülmüş olan çalışmalardan Krieter vd. (1987) ve Akbaş vd. (2001) Bertalanffy modelinin, Brown vd. (1976) ve Perotto vd. (1992) ise Richards modelinin söz konusu hayvanların büyüme eğrilerine en iyi uyumu verdiğini bildirmişlerdir.

Her iki analiz şeklinde de parametreleri birbirine en yakın tahminleyen Richards modeli olurken, en büyük sapmayı ise Logistic modeli göstermiştir. Richards modelinde birlikte analizlerde A ve B, ağırlıklı ortalamaya göre analizlerde ise k ve m parametreleri daha yüksek çıkmıştır. Bu çalışmada Esmer sığırlar için Richards modeli ile elde edilen 490 ve 492 kg'lık ergin

canlı ağırlık ve 0.0525 ve 0.0532/ay erginleşme hızı, aynı ırk hayvanlarda Jenkins vd. (1991) tarafından sırasıyla bildirilen 520 kg ve 0.055/ ay değerlerinden daha düşük bulunmuştur.

Hem birlikte hem de ağırlıklı ortalamaya göre analizlerde değişim noktası sabit olan Bertalanffy (3), Gompertz (∞) ve Logistic (-1) modelleri A parametresini düşük, değişim noktası bulunmayan Brody modeli ise bu değeri yüksek tahmin etmiştir. Bu sonuç, Brown vd. (1976), Krieter vd. (1987) ve Perotto vd. (1992) tarafından elde edilen bulgulara uyum göstermektedir. Söz konusu araştırmalarda, Brody modelinin A parametresini yüksek; Logistic modelinin ise bu değeri düşük tahminlediği gözlenmiştir.

Sığırlarda büyüme eğrileri ile ilgili bazı çalışmalarda (Brown vd., 1976; DeNise ve Brinks, 1985; Krieter vd., 1987) ergin canlı ağırlıkla (A) erginleşme hızı arasında (k) oldukça yüksek ve negatif bir ilişkinin olduğu bildirilmiştir. Bu ilişki, erginleşme hızı yüksek olan hayvanlarda ergin canlı ağırlığın düşük, erginleşme hızı daha düşük olan hayvanlarda ise ergin canlı ağırlığın daha yüksek olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Elde edilen bu bulgulara paralel olarak bu çalışmada her iki analiz biçiminde de ergin canlı ağırlığı en yüksek tahminleyen Brody modeli erginleşme hızını en düşük, ergin canlı ağırlığı en düşük tahminleyen Logistic modeli ise erginleşme hızını en yüksek tahmin etmiştir. Bu çalışmada ağırlıkların birlikte analizi sonucu bütün modeller ergin canlı ağırlığı, aylık ortalama ağırlığa göre daha yüksek, erginleşme hızını ise daha düşük tahmin etmişlerdir.

Büyüme eğrisi modellerinde B parametresi doğumdan sonra kazanılan canlı ağırlığın ergin canlı ağırlığa oranını göstermektedir. Fakat değişim noktası (m) sabit olan Bertalanffy, Logistic ve Gompertz modellerinde B parametresi tamamen, değişken bir değişim noktasına sahip olan Richards modelinde ise bu

parametre biyolojik anlamlılığını kısmen kaybetmiştir. Bu sonuca göre B parametresini en iyi tahminleyen Brody modelidir.

Sadece Richards modeli ile tahminlenebilen m parametresi her iki analiz tekniğinde de birbirine yakın olmuştur.

SONUÇ

Esmer dişi sığırlara ait ağırlık-yaş verilerinin birlikte ve aylık ortalamaya göre analizinde parametreler birbirine yakın tahminlenmesine rağmen, modellerden elde edilen R^2 ve HKO istatistikleri bakımından farklılıklar gözlenmiştir. Aylık ağırlıklara göre analizde modellerin uyumu daha yüksek bulunmuştur. Her iki analiz şeklinde de Esmer dişi sığırların yaşa bağlı olarak canlı ağırlıktaki değişimini en iyi Richards modeli açıklarken, en düşük uyumu Logistic model vermiştir.

KAYNAKLAR

Akbaş, Y., Akbulut, Ö., Tüzemen, N., 2001. Growth of Holstein in high altitude of Turkey. *Indian J. Anim. Sci.*, 71 (5), 476-479.

- Bethard, G. L. 1997. A microcomputer simulation to evaluate management strategies for rearing dairy replacement. (Ph. D. Thesis), April 18, 1997, Blacksburg, Virginia.
- Brown, J. E., Fitzhugh, H. A., Cartwright, T. C., 1976. A comparison of nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle. *J. Anim. Sci.*, 42 (4), 810-818.
- DeNise, R. S. K., Brinks J. S., 1985. Genetic and environmental aspects of the growth curve parameters in beef cows. *J. Anim. Sci.*, 61 (6), 1431-1440.
- Efe, E. 1990. Büyüme eğrileri (Doktora Tezi.). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Goonewardene, L. A., Berg, R. T., Hardin, R. T., 1981. A study growth of beef cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 61. 1041-1048.
- Jenkins, T. G., Kaps, M., Cundiff, L. V., Ferrel, C. L., 1991. Evaluation of between-and within-breed variation in measures of weight-age relationships. *J. Anim. Sci.*, 69, 3118-3128.
- Kocabaş, Z., Kesici T., Eliçin, A., 1997. Akkaraman, İvesi x Akkaraman ve Malya x Akkaraman kuzularında büyüme eğrisi. *Turk. J. Vet. and Anim. Sci.*, 21. 267-275.
- Krieter, J., Junge, W., Kalm, E., 1987. Comparison of different growth functions in dairy cattle. 38th annual meeting of European association for animal production. Lisbon, Portugal, 27. September-1. october, 1987.
- Perotto, D., Cue, R. I., Lee, A. J., 1992. Comparison of nonlinear functions for describing the growth curve of three genotypes of dairy cattle. *Canadian J. Anim. Sci.*, 72. 773-782.