

# SİMMENTAL X GÜNEY ANADOLU KIRMIZISI SIĞIRLARINA AİT CANLI AĞIRLIK ÖLÇÜMLERİNE DAYANAN DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL OLMAYAN BÜYÜME EĞRİLERİ

(The Linear and Nonlinear Growth Curves Based on The Live Weight Measurements of Simmental x Southern Anatolian Red Crossbred Cattle)

Cemil ÇOLAK<sup>1</sup>

Mehmet N. ORMAN<sup>2</sup>

Okan ERTUĞRUL<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Başbakanlık Gümrük Müsteşarlığı Gümrükler Genel Müdürlüğü - ANKARA

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı - ANKARA

<sup>3</sup> Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Genetik Anabilim Dalı - ANKARA

## ÖZET

Bu çalışmada, Simmental x Güney Anadolu Kırmızısı (GAK) melezi  $F_1 \times G_1$  genotipine ilişkin canlı ağırlık ölçümlerine dayanan doğrusal olmayan lojistik, Gompertz ve doğrusal büyüme eğrileri oluşturulmuştur. Doğrusal, Gompertz ve lojistik büyüme modellerine ait artıklarda ortaya çıkabilecek özilişki sorunu incelenmiştir. Modellerinin uyum iyiliği, hata kareler ortalaması ve belirleme katsayısı değerleri kullanılarak yapılmıştır.

Sonuç olarak, ağırlık-yaş sürecinin tanımlanmasında Gompertz modelinin doğrusal ve lojistik modellerinden daha başarılı olduğu uyum iyiliği ölçütleri ile belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Büyüme modeli, canlı ağırlık, siğır, Simmental, güney anadolu kırmızısı

## SUMMARY

In this study, nonlinear logistic, Gompertz and linear growth curves were obtained based on the live weight measurements of Simmental x Southern Anatolian Red crossbred cattle  $F_1 \times B_1$  genotype. It was studied the autocorrelation of the residuals from the linear, Gompertz and logistic growth curve models. Goodness of fit of the models was determined by the values of mean square error and coefficient of determination.

It was concluded that Gompertz growth curve model was more successful than linear and logistic models in the description of weight-age process according to goodness of fit criterions.

**Key Words:** Growth model, live weight, cattle, simmental, southern anatolian red

## GİRİŞ

Büyüme, bütün canlıların ortak bir özelliği olup, ekonomik ve fizyolojik özellikleri nedeniyle oldukça önemlidir. Büyüme, vücuttaki hücre sayısı ile hücre büyüklüğünün artması ya da her ikisinin birlikte olması olarak tanımlanabilir. Bir başka tanımlama yapılacak olursa, canlılarda zaman içinde meydana gelen ağırlık ve boyut artışları da büyüme olarak belirtilebilir (4, 12). Bir canlının ağırlık ve beden ölçülerinde belirli bir zaman sürecinde meydana gelen değişim, genel olarak büyüme eğrisi modelleri ile açıklanır. Büyüme eğrisi, daha çok vücut ağırlığı olmak üzere canlının içinde yaşadığı süre içerisinde beden ölçüleri gibi büyüme özelliklerinin zaman içindeki değişimini

tanımlayan bir eğriyi ifade etmektedir. Daha genel bir anlamda bunlar yaş- büyüme eğrileri olarak adlandırılabilir. Büyüme eğrilerinin şekli, canlı türüne, ırkına, çevre şartlarına ve ölçülen karakterin yapısına göre farklılık gösterir (9). Büyüme eğrileri, canlının genel sağlık ve beslenme durumu hakkında bilgi vermekle beraber, tahmin edilen büyüme eğrisi parametreleri ekonomik değeri yüksek olan bir karakter için seleksiyon işleminde kullanılabilir (1). Büyüme eğrisi modelleri bir regresyon denklemi olduğundan, canlının ölçülebilir bir özelliği tahmin edilebilir (7). Modeller oluşturulurken dikkat edilmesi gereken iki önemli nokta vardır: birincisi, büyüme fonksiyonu olarak kullanılacak eşitliğin  $d(\text{büyüme})/d(\text{zaman})$  diferansiyel

denkleminde türetilmesi, ikincisi ise; bu eşitlikte kullanılan parametrelerin biyolojik olarak yorumlanabilir olmasıdır (11). Büyümenin bir özelliği olan ağırlık artışı, büyümenin ilk dönemlerinde düşüktür. Sonra giderek yükselir, en yüksek düzeye ulaşır ve ergin yaşa doğru azalma eğilimi gösterir ve durur. Bütün canlılarda büyüme eğrisi genellikle yayvan “S” şeklinde bir yapıya sahiptir. Büyüme eğrileri başlangıçta dik olarak yükselir, sonra yavaş yavaş düzleşir ve en sonda büyüme durur. Büyüme olayı farklı türlerde ve bir türün çeşitli ırklarında farklı boyutlarda olduğundan çeşitli büyüme modellerinin oluşturulması gerekir (2, 3).

Büyüme sürecinin tanımlanmasında doğrusal ya da doğrusal olmayan modeller kullanılabilir. Eğer incelenen verinin yapısı laktasyon süt verimi, canlı ağırlık gibi doğrusal olmayan bir durum gösteriyorsa, doğrusal olmayan modellerin kullanılması daha uygun olacaktır (14).

Bu çalışmada, Simmental x Güney Anadolu Kırmızısı (GAK) melezi  $F_1 \times G_1$  genotipine ilişkin canlı ağırlık ölçümlerine dayanan doğrusal ve doğrusal olmayan büyüme eğrileri oluşturulmuştur. Bu büyüme modellerinin artıklarında ortaya çıkabilecek özilişki incelenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, Ceylanpınar Tarım İşletmesi'nde 1990 yılında başlayan VHAG-950 nolu TUBITAK destekli projenin ikinci ve üçüncü aşamasından elde edilen Simmental x GAK melezi  $F_1 \times G_1$  genotipine ilişkin canlı ağırlık verileri kullanılmıştır.  $F_1 \times G_1$  genotipindeki 52 baş sığıra ilişkin bireysel veriler kaydedilmiştir. Bu projenin bazı özelliklerine ait bulgu ve sonuçlarını ele alan çalışmalar (5) yapılmıştır.

$F_1 \times G_1$  genotipi için bireysel canlı ağırlık verileri, süt emme döneminde 15 günde bir, süt

kesim sonrası döneminde altı aya kadar ayda bir, altı aydan sonra üç ayda bir aynı kişi tarafından kayıtlara işlenmiştir. Ölçümler 1,5 yıllık yaştan sonra bırakılmıştır.

$F_1 \times G_1$  genotipine sahip sığırların her birisi için eş zamanlı olarak ölçülen canlı ağırlık değerlerinin ortalaması alınmış ve bu ortalama değerler üzerinden [1], [2] ve [3] nolu eşitlikler ile verilen sabit terimsiz basit doğrusal, lojistik ve Gompertz büyüme eğrisi modelleri oluşturulmuştur. Kullanılan modellere ait matematiksel eşitlikler aşağıda verilmiştir (15, 16):

$$f(x) = Bx \quad [1]$$

$$f(x) = \frac{\alpha}{1 + \beta e^{-\kappa x}} = \alpha(1 + \beta e^{-\kappa x})^{-1} \quad [2]$$

$$f(x) = \alpha e^{\{-e^{-\kappa(x-\gamma)}\}} \quad [3]$$

Burada,  $f(x)$ : x zamanındaki (gün) canlı ağırlık, B: [1] nolu eşitlikteki model parametresi,  $\alpha$ : asimptotik ağırlık,  $\beta$ : büyüme eğrisini tanımlayan bir sabit,  $\kappa$ : büyüme hızı,  $\gamma$ : bükülme (büküm) noktası ile ilgili bir parametre, e: tabii logaritmayı temsil etmektedir.

Modellerin uyum iyiliği açısından karşılaştırılması, Hata Kareler Ortalaması (HKO) ve belirleme katsayısı ( $R^2$ ) değerleri göz önüne alınarak yapılmıştır.

Modellerin artıklarında ortaya çıkabilecek özilişkinin belirlenmesi için Durbin ve Watson (1951) tarafından bildirilen Beta dağılımı yaklaşımı kullanılmıştır.

Verilerin analizinde ve şekillerin çizilmesinde NCCS, SPSS ve Microsoft Excel paket programı kullanılmıştır.

## BULGULAR

Canlı ağırlık değişkeni için yapılan analizlere ait sonuçlar Tablo 1 ve 2’de verilmiştir. Modellere ait parametrelere ilişkin tahmin değerleri, standart hataları ve % 95 güven aralıkları Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Canlı ağırlık için modellere ait parametre tahminleri

Model	Para-metre	F <sub>1</sub> xG <sub>1</sub> (=52)	
		Tahmin ± SH	%95 Güven aralığı
Lojistik	$\alpha$	712.97 ± 46.13	603.87-822.06
	$\beta$	14.05 ± 1.06	11.54-16.55
	$\kappa$	0.00737 ± 0.00049	0.0062-0.0085
Gompertz	$\alpha$	1042.05 ± 85.46	839.9-1244.13
	$\kappa$	0.00317 ± 0.00022	0.0026-0.0037
	$\gamma$	381.93 ± 28.23	315.18-448.68
Doğrusal	B	1.01 ± 0.02	0.96-1.05

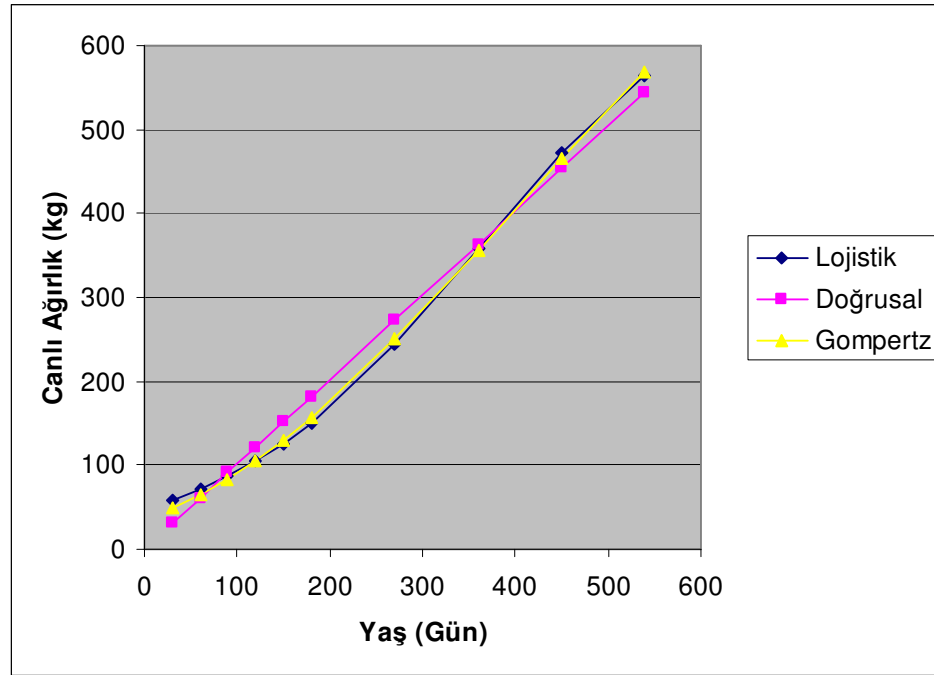
SH: Standart Hata

Tablo 2’de modellerin uyum iyiliğinin göstergesi olarak kullanılan HKO ve  $R^2$  değerlerine ait bilgiler sunulmuştur.

**Tablo 2.** Canlı ağırlık için modellere ait HKO ve  $R^2$  değerleri

		F <sub>1</sub> xG <sub>1</sub> (n=52)
	Model	Tahmin
HKO	Lojistik	143.908
	Gompertz	44.032
	Doğrusal	314.230
$R^2$	Lojistik	0.996
	Gompertz	0.998
	Doğrusal	0.996

Her bir model için elde edilen parametre tahmin sonuçları ile oluşturulan büyüme eğrileri Şekil 1’de verilmiştir.



**Şekil 1.** Canlı ağırlık için F<sub>1</sub>xG<sub>1</sub> genotipine ait büyüme modelleri

## TARTIŞMA VE SONUÇ

$R^2$  değerleri, tahminlenen modellerin uyumunu gösterebilen ölçütlerden biridir.  $F_1 \times G_1$  genotipi için tahmin edilen (Tablo 2) lojistik, Gompertz ve doğrusal büyüme modellerine ait  $R^2 > \%99$ 'dur. Bu sonuç incelenen özelliğin büyüme modelleri tarafından  $\%99$  gibi büyük bir oranda açıklanabildiği anlamına gelebilmektedir. Modellerin uyum iyiliği ölçütü olarak kullanılacak olan ölçütlerden biri HKO değerleridir. HKO değeri açısından Gompertz büyüme modeline ait değer en küçüktür. HKO değerinin küçüklük sıralamasında ikinci olarak lojistik büyüme modeli ve üçüncü olarak ise doğrusal model olduğu belirlenmiştir. Lojistik, Gompertz ve doğrusal büyüme modelleri, HKO ve  $R^2$  değerleri beraber dikkate alınarak uyum açısından karşılaştırıldığında, doğrusal olmayan Gompertz büyüme modelinin diğer iki modelden daha iyi olduğu sonucuna varılabilir. İkinci uyumlu model olarak doğrusal olmayan lojistik büyüme modeli ve üçüncü olarak ise doğrusal modelin uyumlu olduğu ifade edilebilir.

Şekil 1'de  $F_1 \times G_1$  genotipi için tahmin edilen lojistik ve Gompertz büyüme eğrileri, doğrusal olmayan modellerin genel yapısına benzer olan yayvan "S" biçiminde bir yapıya sahiptir.

$F_1 \times G_1$  genotipi için tahmin edilen büyüme modellerinin artıklarında Durbin ve Watson (1951) tarafından bildirilen Beta dağılımı yaklaşımı ile incelendiğinde, özilişki tespit edilememiştir. Bu sonuç, tahmin edilen model parametrelerinin yansız olacağını ifade edilebilir.

Lojistik ve Gompertz büyüme eğrisi modellerine ait  $\alpha$  parametresi, asimptotik ağırlık ile ilişkili bir parametredir. Lojistik modeline ait  $\alpha$  parametresi değeri, Gompertz

modeline ait değerden küçüktür.  $\kappa$  parametresi ise her iki modelde büyüme hızını tanımlayabilmektedir. Lojistik modeline ait  $\kappa$  parametresi değeri, Gompertz modeline ait parametre değerinden büyüktür.  $\kappa$  parametresi değerinin büyük olması, ilgili canlının daha büyük büyüme hızına sahip olduğunu ve daha erken gelişeceğini ifade edebilmektedir. Benzer biçimde  $\kappa$  parametresi değerinin küçük olması, ilgili canlının gelişme sürecinin yavaş olacağını gösterebilmektedir. Bu bilgiler ışığında Lojistik modeline ait sonuca göre sığırların hızlı gelişmesi söz konusu iken, Gompertz modeline ait sonuca göre gelişme daha yavaş olacaktır.

$F_1 \times G_1$  genotipinde lojistik modeli için tahmin edilen asimptotik ağırlık parametresi ile ilgili olan  $\alpha$  tahmini, Hassen ve ark. (2004) tarafından safkan Angus boğa ve düveler için bildirdikleri değerlerden daha büyük olarak hesaplanmıştır. Lojistik modeli  $\kappa$  parametresi değeri, aynı çalışmada safkan Angus boğalar ve düveler için hesaplanan değerlerden küçüktür.

Lojistik modeli  $\alpha$  parametresi tahmini, Behr ve ark. (2001) tarafından bildirilen dişi ve erkek Belçika mavi sığırlarına ait tahmin ettikleri  $\alpha$  parametresi değerlerinden daha büyüktür. Gompertz modeli  $\alpha$  parametresi tahmini ise, Behr ve ark. (2001) tarafından bildirilen dişi ve erkek Belçika mavi sığırlarına ait tahmin ettikleri  $\alpha$  parametresi değerlerinden büyüktür.  $F_1 \times G_1$  genotipi için hesaplanan lojistik modeline ait  $\kappa$  parametresi değeri, Behr ve ark. (2001) tarafından bildirilen dişi Belçika mavi sığırlarına ait tahmin değeri ile benzer iken, erkek Belçika mavi sığırlarına ilişkin tahmin değerinden büyüktür. Gompertz modeli  $\kappa$  parametresi tahmini, Behr ve ark. (2001) tarafından bildirilen dişi ve erkek Belçika mavi sığırlarına ait  $\kappa$  parametresi değerlerinden küçüktür.

Lojistik modeli  $\alpha$  parametresi değeri, Oliveira ve ark. (2000)'nın dişi Guzerat etçi sığırlarına ait tahmin ettikleri asimptotik ağırlık parametresi ile ilişkili olan  $\alpha$  parametresi değerinden büyüktür. Büyüme hızı parametresi  $\kappa$  bakımından tahmin edilen değer, Oliveira ve ark. (2000)'nın dişi Guzerat etçi sığırlarına ilişkin bildirdikleri değerden daha küçüktür.

Sığırlara ilişkin yapılan büyüme eğrileri ile ilgili çalışmalar, ırkın büyüme eğrisi parametrelerine ait değerleri etkilediğini göstermektedir. Bu ve diğer çalışmaların sonuçları incelendiği zaman, hesaplanan parametre tahminleri kullanılan büyüme modeline göre farklı değerler alabilmektedir. Bu nedenle en uygun büyüme modelinin

seçiminde modelin uyumuna ilişkin değişik istatistikî ölçütlerin kullanılması tavsiye edilebilir.

Sonuç olarak, ağırlık-yaş sürecinin tanımlanmasında doğrusal olmayan Gompertz modelinin doğrusal ve lojistik modellerinden daha başarılı olduğu uyum iyiliği ölçütleri ile belirlenmiştir. Büyüme süreci genel yapısı itibariyle yayvan “S” şeklinde bir yapı gösterdiğinden bu sürecin doğrusal olmayan modellerle tanımlanması daha faydalı olabilir. Ayrıca bu süreçte kullanılan modelin seçiminde, model parametrelerinin doğrusal olmayan model parametreleri gibi biyolojik olarak yorumlanabilir olması tercih edilmelidir.

#### KAYNAKLAR

1. **Akbaş Y** (1996). *Büyüme eğrisi parametreleri ve ıslah kriteri olarak kullanılma olanakları*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(1): 241-248.
2. **Akçapınar H** (2000). *Koyun Yetiştiriciliği*. İsmat Matbaacılık Ltd. Şti. Ankara.
3. **Akçapınar H, Özbeyaz C** (1999). *Hayvan Yetiştiriciliği Temel İlkeleri*. Kariyer Matbaacılık Ltd. Şti. Ankara.
4. **Alpan O, Arpacık R** (1998). *Sığır Yetiştiriciliği*. 2. Baskı. Şahin Matbaası. Ankara.
5. **Alpan O, Ertuğrul O, Umay M, Bulmuş S, Bilki A, Mermi A** (1993). *Simmental ırkı kullanılarak güney anadolu kırmızısı ırkının et verim özelliklerinin geliştirilmesi*. Güneydođu Anadolu Bölgesi 1. Hayvancılık Kongresi, Şanlıurfa.
6. **Behr V De, Hornick J L, Cabaraux J F, Alvarez A, Istasse L** (2001). *Growth patterns of Belgian Blue replacement heifers and growing males in commercial farms*. Livestock Production Science, 71: 121-130.
7. **Çolak C** (2005). *Doğrusal Olmayan Büyüme Modelleri ve Özilişkinin İncelenmesi: Simmental X GAK Melezi Sığırlarda Bir Uygulama*. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
8. **Durbin J, Watson G** (1951). *Testing for serial correlation in least squares regression: II*. Biometrika, 38: 159-178.
9. **Efe E** (1990). *Büyüme eğrileri*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
10. **Hassen A, Wilson D E, Rouse G H** (2004). *Use of linear and non-linear growth curves to describe body weight changes of young angus bulls and heifers*. Iowa State University Animal Industry Report.
11. **Koşkan Ö** (2000). *Farklı genotip ve yerleşim sıklıklarında toz ve pelet rasyonlarla beslenen broylerlerin büyüme eğrilerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
12. **Kuzu E, Eliçin A** (2002). *Kilis keçisi oğlaklarında değişik vücut ölçüleri bakımından büyüme eğrileri*. Tarım Bitkileri Dergisi, 8(3): 242-247.
13. **Oliveira, H N De, Lôbo R B, Pereira C S** (2000). *Comparaçáo de modelos não-lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça guzerá*. Pesq. agropec. bras., Brasília, 35(9): 1843-1851.
14. **Orman M N, Gürcan İ S** (2001). *Doğrusal olmayan regresyon analizi ve biyoistatistikte kullanımı*. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 48(3): 195-199.
15. **Rawlings J O** (1988). *Applied Regression Analysis. A research tool*. Wadsworth, Inc.
16. **Seber G A F, Wild C J** (1989). *Nonlinear Regression*. John Wiley and Sons Inc. New York.