



Kangal Köpeği Yavrularında Vücut Ağırlığı Değişimlerinin Tanımlanmasında Doğrusal Olmayan Büyüme Modellerinin Kullanılması*

Ömer ÇOBAN^{1✉}

Ahmet YILDIZ¹

Nilüfer SABUNCUOĞLU¹

Ekrem LAÇİN¹

Fatih YILDIRIM¹

1. Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootečni Anabilim Dalı, Erzurum

Özet: Bu çalışmada Kangal köpeği yavrularında çeşitli doğrusal olmayan büyüme eğrileri kullanılarak zamana bağlı olarak doğumdan süttten kesime kadar olan dönemde canlı ağırlık değişimlerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçla Gompertz, Logistik, Brody ve VonBertalanffy modelleri kullanılmıştır. Uygulanan modellerden hangisinin daha uygun olduğunu saptamak için belirleme katsayıları (R^2) ile her modele ilişkin canlı ağırlık ortalamalarının gözlenen ve tahminlenen değerleri arasındaki sapmalarının kareleri toplamından (SKT) yararlanılmıştır. Sapma kareler toplamı değerleri Gompertz, Lojistik, Brody ve von Bertalanffy modellerinde erkek köpekler için sırasıyla; 0.219, 0.254, 4.516 ve 0.172 olarak, dişi köpeklerde ise yine aynı sırayla; 0.277, 0.179, 4.774 ve 0.236 olarak bulunmuştur. Kangal köpeklerinin süttten kesim ağırlığını belirlemede en uygun modellerin sırası ile von Bertalanffy, Lojistik ve Gompertz olduğu ve yavruların süttten kesim ağırlıklarının belirlenmesinde bu üç modelin de kullanımının uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Doğrusal olmayan modeller, Kangal köpeği

Use of Non-linear Growth Curves to Describe the Body Weight Changes in Kangal Puppies

Abstract: The aim of this study was to determine the body weight changes by time period from birth to weaning in the form of several non-linear growth curves of the data from the puppies of Kangal dogs. The Gompertz, Logistic, Brody and Von Bertalanffy models were used to evaluate the best fit model. The best model was selected according to the values of the coefficient of determination (R^2) and sum of squares of differences (SSD) between the observed and predicted values obtained as average live weights of dogs and the values obtained by the equation of interest for the same period of growth, respectively. The SSD were found to be 0.219 (Gompertz), 0.254 (Logistics), 4.516 (Brody) and 0.172 (Von Bertalanffy model) for male puppies, while the corresponding values for females were 0.277, 0.179, 4.774 and 0.236, respectively. For determination of the weaning weight of Kangal puppies, the best fit models seemed to be those of Von Bertalanffy, Logistic and Gompertz, respectively, while all these three models would be appropriate for use.

Key words: Nonlinear models, Kangal dog

✉ Ömer ÇOBAN, Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootečni Anabilim Dalı, Erzurum
E-posta: ocoban@atauni.edu.tr

*Bu çalışma; Atatürk Üniversitesi BAP Yönetim Birimi tarafından BAP 2008/12 numaralı proje olarak desteklenmiştir.

GİRİŞ

Sürü koruma köpeği olarak büyük predatörlerle (Ovcharka, Transmontano, Mastiff, Karakachan ve Shar Planinetz) kavga yeteneği olan köpek ırkından biri olan Kangal, Türklerin Orta Asya'dan Anadolu'ya göçleri sırasında yanlarında getirdikleri sürü köpeğidir (Saraç ve ark., 2007; Urbigkit ve Urbigkit, 2010).

Kangal köpeklerinin bir batında yavru sayısı 6,2 olarak tespit edilmiştir (Ograk, 2009). Bu ırkın yavrularının ortalama doğum ağırlıkları 0,535 - 0,560 kg olarak ve tespit edilmiştir (Kırmızı, 1991; Gönül, 1996; Tepeli ve Çetin, 2000; Tepeli ve ark., 2003). Sütten kesim ağırlıklarının ise ortalama 4,845-5,095 kg olduğu bildirilmiştir (Tepeli ve Çetin, 2000; Tepeli ve ark., 2003).

Büyüme eğrileri sadece hayvanların büyümele-
rini tanımlamada değil aynı zamanda ağaç ve
populasyonların büyümelerini, sermaye, tümör ve
kimyasal reaksiyon ürünlerini tanımlamada da
kullanılır (Kaufmann, 1981). Bağımlı değişkenin,
bağımsız değişken veya değişkenlerin doğrusal bir
fonksiyonu olmadığı modeller doğrusal olmayan
(nonlinear) modeller olarak adlandırılmaktadır.
Doğrusal olmayan modeller fizyoloji, kimya,
ekonomi ve hayvan yetiştirme gibi birçok bilim
dalında yaygın olarak kullanılmaktadır (Yakupoglu ve
Akbaş 1999).

Farklı çiftlik hayvanlarında büyüme tanımla-
mak için birçok araştırmacı tarafından araştırmalar
yapılmıştır. Topal ve Bolukbası (2008) tavuklarda en
iyi büyüme modelini Morgon-Mercer-Flodin ve
Gompertz olarak belirlemiş ancak Yang ve ark.
(2006) ise von Bertalanffy olarak bildirmiştir.
Koyunlarda yapılan çalışmalarda Gompertz ve von
Bertalanffy modellerinin daha iyi sonuçlar verdiği
(Topal ve ark., 2004; Yıldız ve ark., 2009), sığırlarda
ise Richards ve von Bertalanffy modellerinin daha iyi
sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Bayram ve Akbulut,
2009; Jenkins ve ark., 1991).

Bu çalışmada, Atatürk Üniversitesi Veteriner
Fakültesi Araştırma Biriminde yetiştirilen Kangal ırkı
erkek ve dişi yavruların sütten kesim ağırlıklarının
belirlenmesinde en iyi doğrusal olmayan modelin
tespit edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Materyal

Araştırmanın hayvan materyalini Selçuk Üniversitesi
Veteriner Fakültesinden alınan 8 adet dişi ve 2 adet
erkek Kangal ırkı köpekten elde edilen 12 adet dişi
ve 13 adet erkek olmak üzere toplam 25 adet yavru
oluşturmuştur. Anne köpekler laktasyon döneminde
canlı ağırlıklarının %2'si kadar kuru madde içeren
kuru mama ile beslenmişlerdir. Yavru köpeklere ise
3-4 haftalık yaştan itibaren anne sütüne ek olarak
yavru köpek maması verilmeye başlanmıştır. Yavru
köpeklere doğdukları gün çip takılmış ve canlı
ağırlıkları doğumdan itibaren sütten kesildikleri 8.
haftaya kadar, haftanın aynı gününde ve aynı
saatinde max 100 kg 10 g hassaslıktaki baskülde
tartılarak kaydedilmişlerdir.

Metot

En iyi modelin seçimi için aşağıda matematiksel
notasyonları verilen doğrusal olmayan modeller
kullanılmıştır.

$$\text{Logistik; } Wt = W_{max}(1 + b^{-kt})^{-1}$$

$$\text{Brody; } Wt = W_{max}(1 - b^{(-kt)})$$

$$\text{Gompertz; } Wt = W_{max} b^{-kt}$$

$$\text{vonBertalanffy } Wt = W_{max} (1 - b^{-kt})^3$$

Matematiksel modellerde yer alan terimler sı-
rasıyla; Wt: t haftalık yaşta gözlenen ağırlığı, t:
haftalık yaşı, W_{max} : zaman sonsuza ulaştığındaki
(asimptotik) canlı ağırlık, b: başlangıç ağırlığı, k:
büyüme hızı, şeklinde ifade edilebilir. Model uyumu
yapılırken, doğrusal olmayan modellerin parametre

tahminlerinde iteratif Levenberd-Morquart yöntemi kullanılarak genelleştirilmiş en küçük kareler analizi ile tahminlenmiştir (iteration sayısı 10^{-8} şeklinde sınırlandırılmıştır). Analizler SPSS paket programı kullanılmıştır (SPSS 13.0 for Windows; SPSS, 2004). Kangal yavrularının cinsiyetleri dikkate alınarak her modelden tahmin edilen değerlerden gözlenen değerlerin farkının kareleri toplanmıştır. En küçük sapma kareler toplamı (SKT) veren model en uygun olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Tablo 2’de Kangal ırkına ait 12 adet dişi ve 13 adet erkek yavruya ait bireysel ağırlıkların gözlenen ve doğrusal olmayan dört farklı modelden tahmin edilen canlı ağırlıklar verilmiştir. Erkek yavruların doğum ağırlıkları ortalama 803 g, dişilerin ise 813 g olarak belirlenmiştir. Bu değerler daha önce yapılan

Tablo 1. Ticari köpek mamalarının ham besin madde değerleri

Table 1. The formula of raw nutrients in commercial dog food

	Yetişkin Köpek Maması	Yavru köpek Maması
Nem	En çok %10	En çok %10
Ham protein	En az % 23	En az % 27
Ham Yağ	En az % 10 En çok %16	En az % 14
Ham Selüloz	En çok %4,5	En çok %4
Ham Kül	En çok %6,7	En çok %7
HCl’de çözünmeyen kül	En çok % 2	
Kalsiyum	En az % 0,40 En çok %1,60	En az % 1,40
Fosfor	En az % 0,40 En çok %1,50	En az % 0,90
Sodyum	En az % 0,10 En çok %1	
Vitamin A	En az 12000 IU/kg	En az 15000 IU/kg
Vitamin D	En az 1200 IU/kg	En az 1500 IU/kg
Vitamin E	En az 60 mg/kg	En az 100 mg/kg
Bakır Sülfat	17 mg/kg	17 mg/kg

Tablo 2. Gözlenen ve doğrusal olmayan büyüme eğrilerinden tahminlenen ağırlıklar

Table 2. The observed and estimated (non-linear) live weights from the growth curves

Hafta	Gözlenen		Gompertz		Logistic		Brody		von Bertalanffy	
	Erkek	Dişi	Erkek	Dişi	Erkek	Dişi	Erkek	Dişi	Erkek	Dişi
1	0,803	0,813	0,771	0,758	1,009	1,006	1,332	1,329	0,668	0,642
2	1,269	1,275	1,412	1,387	1,530	1,492	2,385	2,323	1,383	1,331
3	2,415	2,275	2,204	2,158	2,238	2,135	3,148	3,048	2,214	2,132
4	3,046	2,933	3,033	2,968	3,064	2,892	3,706	3,577	3,052	2,947
5	3,700	3,600	3,818	3,735	3,890	3,682	4,110	3,966	3,841	3,717
6	4,408	4,308	4,522	4,423	4,642	4,438	4,404	4,250	4,555	4,418
7	5,285	5,092	5,129	5,015	5,287	5,136	4,619	4,458	5,188	5,039
8	5,962	5,975	5,644	5,518	5,816	5,756	4,776	4,612	5,739	5,582
SEM	0,139	0,145	0,127	0,133	0,129	0,134	0,116	0,121	0,125	0,130

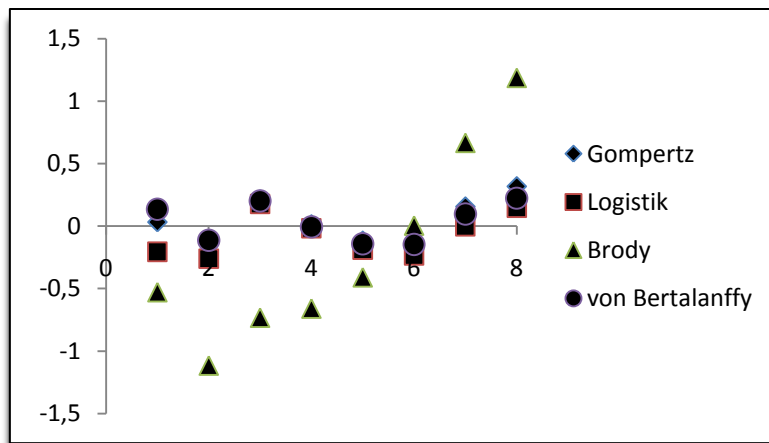
tüm çalışmalardan elde edilen doğum ağırlıklarından daha yüksek bulunmuştur (Kırmızı, 1991; Gönül, 1996; Tepeli ve Çetin, 2000; Tepeli ve ark., 2003). Çalışmada erkek yavrular için sütten kesim ağırlığı ortalama 5,962 kg ve dişiler için ise 5,975 kg olarak tespit edilmiştir. Bu değerlerde daha önce yapılan çalışmalarda 4,845-5,095 kg olarak bulunan sütten kesim ağırlıklarından daha yüksektir (Tepeli ve Çetin, 2000; Tepeli ve ark., 2003). Dört modelden tahminlenen sütten kesim ağırlıkları ise ortalama 4,612 - 5,816 kg arasındadır.

Belirleme katsayısına Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış, en iyi modelin analitik olarak seçimi yapılmaya çalışılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 4'de sunulmuştur. En düşük R^2 değerine Brody modelin sahip olduğu, rakamsal olarak en yüksekten düşüğe doğru Lojistik, von Bertalanffy ve Gompertz olduğu ve bu üç modelin kangal köpeklerinin sütten kesim ağırlığını açıklamada modeller arasında R^2 değerlerine göre istatistik olarak bir farklılığın olmadığı ($P>0,05$). Sapma kareler toplamı Tablo 5'da verilmiştir. Sapma kareler toplamına göre en iyi uyumu erkek köpeklerde von Bertalanffy, dişi köpeklerde ise Lojistik modelinin olduğu belirlenmiştir. Cinsiyet ayırımı yapılmadan köpek yavrularının tümü birlikte değerlendirildiğinde en düşük sapma

kareler toplamına von Bertalanffy modelinin sahip olduğu tespit edilmiştir. Erkek yavruların gözlenen canlı ağırlık değerleri ile tahminlenen değerleri arasındaki fark Şekil 1'de gösterilmiştir. Hawthorne ve ark. (2004) 12 değişik ırk köpeğin büyüme eğrisi için logistik modeli denemiş ve R^2 değerlerini 0,979 ile 0,998 arasında bulmuştur. Helmink ve ark. (2000) ise Labrador Retriever ile Alman çoban köpeğin büyüme özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında Gompertz metodunu kullanmışlardır.

Şekil 1 ve 2'deki y eksenindeki değerler gözlenen canlı ağırlıkla modellerden tahmin edilen canlı ağırlık değerleri arasındaki farkı göstermektedir. X eksenini ise haftaları göstermektedir. Şekil 1 ve 2. incelendiğinde Brody modelinin diğer modellere göre daha yüksek sapma verdiği görülmektedir.

Sonuç olarak Brody dışındaki tüm modellerin R^2 değerlerinin yüksek ve SKT düşük olduğu ve birbirlerine yakın değerler verdikleri gözlenmiş olup R^2 ve SKT kriterlerine göre kangal köpeklerinin sütten kesim ağırlığını belirlemede en uygun modellerin sırası ile von Bertalanffy, Lojistik ve Gompertz olduğu ve Kangal ırkı köpek yavrularının sütten kesim ağırlıklarının belirlenmesinde bu üç modelinde kullanımının uygun olacağı kanaatine varılmıştır.



Şekil 1. Kangal ırkı erkek yavrularının zaman-ağırlık verileri için gözlenen değerler ile tahminlenen değerler arasındaki farkı

Figure 1. Differences between the observed and estimated values for time-live weight data from male Kangal dogs.

Tablo 3. Büyüme eğrisi parametrelerinin ortalamaları, standart hataları ve belirleme katsayıları**Table 3.** Means, standard errors and determination coefficient of growth curves parameters

	Model	W_{max}	b	K	R^2
Erkek	Gompertz	7,749 ± ,249	3,207 ± ,157	,311 ± ,031	,973
	Logistik	7,408 ± ,473	11,126 ± 1,001	,518 ± ,049	,978
	Brody	5,212 ± ,141	5,329 ± ,188	,315 ± ,008	,785
	von Bertalanffy	8,672 ± ,323	,731 ± ,024	,234 ± ,026	,975
Dişi	Gompertz	7,613 ± ,259	3,173 ± ,163	,311 ± ,032	,974
	Logistik	8,175 ± ,492	11,429 ± 1,042	,477 ± ,051	,980
	Brody	5,032 ± ,147	5,059 ± ,196	,312 ± ,008	,766
	von Bertalanffy	8,668 ± ,336	,734 ± ,025	,232 ± ,027	,975

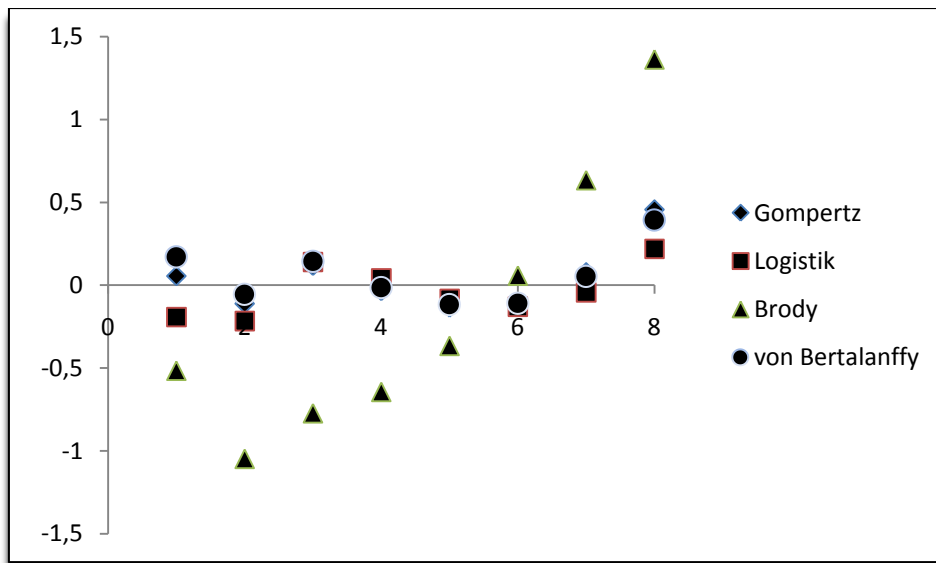
Tablo 4. Belirleme katsayılarına ait çoklu karşılaştırma sonuçları.**Table 4.** The results from multiple comparison of determination of coefficients

	Belirleme katsayısı (R^2)
Gompert	0,97328 ^a
Logistik	0,97888 ^a
Brody	0,77560 ^b
von Bertalanffy	0,97500 ^a

Tablo 5. Kangal köpeklerine ait gözlenen ve tahminlenen ortalama canlı ağırlığa ilişkin sapma kareler toplamı (SKT)**Table 5.** The observed and predicted sum of squares deviation of the average live weight (SKT) of Kangal dog

	Erkek (SKT)	Dişi (SKT)	Genel (SKT)
Gompert	0,219	0,277	0,495
Logistik	0,254	0,179	0,434
Brody	4,516	4,774	9,230
von Bertalanffy	0,172	0,236	0,408

SKT: Sapma Kareler Toplamı

**Şekil 2.** Kangal ırkı dişi yavrularının zaman-ağırlık verileri için gözlenen değerler ile tahminlenen değerler arasındaki farkı**Figure 2.** Differences between the observed and estimated values for time-live weight of female Kangal dogs.

KAYNAKLAR

- Bayram B., Akbulut Ö., 2009. Esmer ve Siyah Alaca sığırlarda büyüme eğrilerinin doğrusal ve doğrusal olmayan modellerle analizi. *Hayvansal Üretim.*, 50, 33-40.
- Gönül N., 1996. Gemlik Askeri Veteriner Okulu ve Eğitim Merkez Komutanlığında yetiştirilen Türk çoban köpeği ve Alman çoban köpeğinin başlıca morfolojik özellikleri ve bu genotiplerin karşılaştırmalı eğitim performansları. Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Hawthorne AJ., Booles D., Nugent PA., Gettinby G., Wilkinson J., 2004. Body-weight changes during growth in puppies of different breeds. *J. Nutr.*, 134, 2027–2030.
- Helmink SK., Shanks RD., Leighton EA., 2000. Breed and sex differences in growth curves for two breeds of dog guides. *J. Anim. Sci.*, 78, 27–32.
- Jenkins TG., Kaps M., Cundiff LV., Ferrel CL., 1991. Evaluation of between-and within-breed variation in measures of weight-age relationships. *J. Anim. Sci.*, 69, 3118-3128.
- Kaufmann, KW., 1981. Fitting and using growth curves. *Oecologia (Berl)*, 49, 293-299.
- Kırmızı, E., 1991. Türk çoban köpeği ve Alman çoban köpeğinin döl verimi, büyütülen yavru oranı, büyüme ve beden ölçüleri yönünden karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Ograk YZ., 2009. Researches on litter size in Kangal breed of Turkish shepherd dog. *J Anim. Vet. Adv.*, 8, 674-676.
- Saraç ÇG., Koban E., Açıkan SC., Togan İ., 2007. Origin of Kangal dogs in Turkey: A comparative study. 3rd Joint Meeting of the Network of Universities and Research Institutions of Animal Science of the South Eastern European Countries, Thessaloniki 10-12 February.
- SPSS. 2004. SPSS for Windows Release 13.0. SPSS Inc.
- Tepeli C., Çetin O., İnal Ş., Kırık K., Yılmaz A., 2003. Kangal ve Akbaş ırkı Türk çoban köpeklerinin büyüme özellikleri. *Turk J Vet Anim Sci.*, 27, 1011-1018.
- Tepeli C., Çetin O., 2000. Kangal Irk Türk çoban köpeklerinde büyüme, bazı vücut ölçüleri ve döl verim özelliklerinin belirlenmesi. I. Büyüme ve bazı vücut ölçüleri. *Vet. Bil. Derg.*, 16, 5-16.
- Topal M., Bolukbasi OC., 2008. Comparison of nonlinear growth curve models in broiler chickens. *J. Appl. Anim. Res.*, 34, 149-152.
- Topal M., Ozdemir M., Aksakal V., Yıldız N., Dogru U., 2004. Determination of the best nonlinear function in order to estimate growth in Morkaraman and Awassi lambs. *Small Ruminant Research.*, 55, 229–232.
- Urbigkit C., Urbigkit J., 2010. A Review: The use of Livestock protection dogs in association with large carnivores in the Rocky Mountains. *Sheep & Goat Research Journal.*, 25, 1-8.
- Yakupoğlu Ç., Akbaş Y., 1999. Doğrusal olmayan modellerin uyumunda farklı istatistik paket programlarının karşılaştırılması. 3. Tarımda Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu. 3-6 Ekim Çukurova Üniversitesi, Adana
- Yang Y., Mekki DM., Lv SJ., Wang LY., Wang JY., 2006. Analysis of fitting growth models in Jinghai mixed-sex yellow chicken. *Internat. J. Poult. Sci.*, 5, 517-521.
- Yıldız G., Soysal Mİ., Gürcan EK., 2009. Tekirdağ ilinde yetiştirilen Karacabey merinosu x kıvrıcık melezi kuzularda büyüme eğrisinin farklı modellerle belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6, 11-19.