



Comparison of Linear and Non-Linear Models for Definition of Body Features of Romanov Lambs

Yalçın Tahtalı^{1,a,*}, Ahmet Tahsin Yıldızbaşı^{2,b}

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, 60250 Tokat, Turkey

²Merzifon District Directorate of the Ministry of Food, Agriculture and Livestock, 05300 Merzifon/Amasya, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 27/01/2020 Accepted : 04/02/2020</p> <p>Keywords: Romanov Growth curve Mathematical model Body sizes Body measurement</p>	<p>In this study, the purpose of defining the development of body characteristics of 50 Romanov lambs 180. During the growth period up to the age of day, records of body characteristics such as body weight, body length, height of cidago were taken every 15 days and the parameters of the growth curves were calculated from the Linear models with the obtained data and the Linear, Quadratic and Cubic model, Non-Linear models with Gompertz, and Logistic models. The coefficient of determination (R^2), mean square error (MSE) and mean absolute deviation (MAD) values were used in determining the model that best fit the growth curve. As a result of the study, the highest R^2 value and the lowest HKO values were 0.992-0.591 in live weight, 0.993-0.441 in cidago height, and 0.986-1.164 in body length, respectively. The highest R^2 value in all body characteristics was obtained from the cubic model. SPSS statistics program was used to determine the parameters of the growth curve model. According to the obtained data, it was determined that the most compatible model to explain the development of all body characteristics of the Romanov lambs is the Cubic model.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(2): 499-503, 2020

Romanov Kuzularının Vücut Özelliklerinin Tanımlanmasında Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Modellerin Karşılaştırılması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 27/01/2020 Kabul : 04/02/2020</p> <p>Anahtar Kelimeler: Romanov Büyüme eğrisi Matematiksel model Vücut Ölçüsü Vücut Ölçümü</p>	<p>Bu çalışmada Romanov kuzularının vücut özelliklerinin gelişiminin tanımlanması amacı ile 50 Romanov kuzusunun doğumdan itibaren 180. yaş gününe kadar olan büyüme döneminde her 15 günde bir canlı ağırlık, vücut uzunluğu, cidago yüksekliği özelliklerine ilişkin kayıtlar alınmış ve elde edilen veriler ile doğrusal modellerden Linear, Kuadratik ve Kübik model, doğrusal olmayan modellerden Gompertz ve Lojistik modelleri kullanılarak büyüme eğrilerine ait parametreler hesaplanmıştır. Büyüme eğrileri içinde en iyi uyumu gösteren modelin belirlenmesinde belirtme katsayısı (R^2), hata kareler ortalaması (HKO) ve ortalama mutlak sapma (OMS) değerlerinden yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek R^2 değeri ile en düşük HKO değerleri sırası ile canlı ağırlıkta 0,992-0,591, cidago yüksekliğinde 0,993-0,441, vücut uzunluğunda 0,986-1,164 olarak tespit edilmiştir. Ele alınan bütün vücut özelliklerinde en yüksek R^2 değeri kübik modelden elde edilmiştir. Büyüme eğrisi modellerine ait parametrelerin belirlenebilmesi için SPSS istatistik programı kullanılmıştır. Bu sonuçlara göre Romanov kuzularının vücut özelliklerinin gelişimini en iyi açıklayan ayrıca büyüme eğrilerine en uyumlu modelin Kübik model olduğu tespit edilmiştir.</p>

^a ytahali@gmail.com

^b <http://orcid.org/0000-0003-0012-0611> | ahmettahsin05@hotmail.com

^c <http://orcid.org/0000-0001-8118-2480>



Giriş

İnsan vücudunun düzenli ve sağlıklı beslenebilmesi için günlük besin madde ihtiyaçlarının karşılanabilmesi gereklidir. Hayvansal gıdalar ise besin maddesi gereksiniminin karşılanmasında önemli bir yere sahiptir. Gelişmiş ülkeler, insanların refah seviyesini ve optimum yaşam düzeyini belirlerken kişi başına tüketilen et miktarını referans almaktadır. Ülkemizde kırmızı et tüketiminde sığır eti ilk sırada yer almakta ve bunu koyun ve keçi eti takip etmektedir (Karaoğlu ve Emsen, 2000).

Koyun yetiştiriciliğinde ekonomik gelirin büyük bir bölümünü kuzu üretimi oluşturmaktadır. Bu nedenle koyun başına düşen kuzu verimi ve ırka ait büyüme performansları, araştırmacılar tarafından referans olarak seçilmektedir (Yılmaz ve Altınel, 2003; Kaymakçı ve Sönmez, 1996).

Romanov ırkı gibi döl verimi yüksek ırklar ile verimi düşük olan yerli koyun ırklarımızın melezleme çalışmalarında, yerli koyun ırklarımızdan elde edilen verimlerden yüksek verimli melez koyunlar elde edilebilmektedir. Ayrıca diğer koyun ırklarına göre erken yaşta cinsi olgunluğa ulaşmakta ve yılın her ayında kızgınlık gösterebilmektedir (Cemal ve ark., 1999; Aslan, 2008; Topal ve ark., 2004).

Embriyo oluşumunun başlangıcından itibaren organizmayı meydana getirecek tüm hücrelerin, embriyonun ergin oluncaya kadar zaman içerisinde çoğalması olarak tanımlanan büyümenin hızı ve zamanı genetik farklılıklara göre değişiklik göstermektedir. Ancak bütün genotipler de büyüme belli bir süreç içerisinde ilerlemekte ve bir süre sonra durmaktadır (Akman ve ark., 2001; Çolak ve ark., 2006; Ensminger, 1980; Yıldız ve ark., 2009).

Büyüme dönemi içerisinde canlıda meydana gelen ağırlık artışının yanı sıra vücut yapısında da birtakım değişimler olmaktadır. Bu dönem içerisinde canlı ağırlık ve vücut yapısı arasındaki ilişki bilindiğinde canlının büyüme dönemi içerisindeki gelişimi ortaya çıkarılabilecek, ayrıca hayvanlara ait büyüme ve gelişme özellikleri kısaca morfolojik özellikleri hakkında bilgi sahibi olunabilecektir (Altınel ve ark., 1998; Efe, 1990).

Canlıda meydana gelen büyümenin tanımlanması amacı ile birçok farklı model geliştirilmiştir. Büyümeyi tanımlayabilecek verilerin analizinde iki ana yöntem vardır. İstatistiksel ve mekanik yaklaşım olarak adlandırılan bu yöntemlerden istatistiki yaklaşım, sadece birden fazla değişkenli modeller için kullanılan polinom

eğrilerinin uyumunda kullanılmaktadır. Mekanik yaklaşım ise canlının biyolojik büyümesini açıklamaktadır (Zimmermann ve ark., 2019). İstatistiksel yöntemler; doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemler olarak ayrılırlar. Doğrusal olmayan büyüme modellerinde parametre tahmini, genellikle iterasyon yöntemi ile yapılmaktadır. Ayrıca doğrusal olmayan modellerden elde edilen tahminler, doğrusal modellerden elde edilen tahminlerden daha zordur (Draper ve Smith, 1981).

Bu çalışmada, döl verim kabiliyeti yüksek olan Romanov kuzularına ait canlı ağırlık ve bazı vücut ölçüleri üzerine farklı büyüme modelleri kullanılarak, modellere ait parametreler tahmin edilerek, en iyi modelin tespiti amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu araştırmanın materyalini, Tokat ili Niksar ilçesinde yetiştirilen, 285 Romanov koyunundan doğan 50 Romanov kuzusu oluşturmuştur. Araştırmada, kuzuların doğumdan itibaren 15.günde ve takip eden her 15 günlük dönemde (180. güne kadar) canlı ağırlığı, cidago yüksekliği, vücut uzunluğu ölçüleri kayıt altına alınmıştır. Çalışmada her on beş günde bir kayıt altına alınan vücut ölçüleri Ertuğrul (1996) tarafından bildirilen ölçü alma yöntemlerine göre ve yine bu araştırmacı tarafından bildirilen ölçü bastonu ve ölçü şeridi kullanılarak ölçme işlemi yapılmış ve veriler kaydedilmiştir.

Yöntem

Deneme süresi sonuna elde edilen veriler kullanılarak, doğrusal ve doğrusal olmayan büyüme eğrisi modelleri karşılaştırılmış olup bunlara ait matematik modeller Çizelge 1’de verilmiştir.

Canlıya ait büyüme eğrilerinin uyumunda kullanılan matematiksel modellerin ortak özelliği, iki temel biyolojik parametreyi kullanmasıdır. Kullanılan bu parametreler, bireyin veya herhangi bir canlı grubunun belirli bir noktada (ergin yaş) göstermiş olduğu performans ve aynı zamanda büyüme hızı ile doğrudan ilişkilidir. Bazı matematiksel modeller için ise eklenebilecek üçüncü parametre, büyüme eğrisinin, büyüme hızı bakımından artış ve azalış gösterdiği iki ayrı bölüme ayrılmasında kullanılan değişim noktasıdır (Akbaş, 1995).

Çizelge 1. Doğrusal ve doğrusal olmayan büyüme modelleri (Draper ve Smith, 1981)

Table 1. Linear and non-Linear growth curve models.

Doğrusal Olmayan Büyüme Modelleri	Matematik Model
Lojistik Büyüme Modeli	$Y_t = A [1 + \beta \cdot \exp(-k \cdot t)]^{-1}$
Gompertz Büyüme Modeli	$Y_t = A \cdot \exp[-\beta \cdot \exp(-k \cdot t)]$
Doğrusal Büyüme Modelleri	
Linear Büyüme Modeli	$Y_t = a + b_1 \cdot t$
Kuadratik Büyüme Modeli	$Y_t = a + b_1 \cdot t + b_2 \cdot t^2$
Kübik Büyüme Modeli	$Y_t = a + b_1 \cdot t + b_2 \cdot t^2 + b_3 \cdot t^3$

Yt: t. Günlük yaşta gözlenen canlı ağırlık veya beden ölçüsünü, t: Ağırlığın veya alınan beden ölçüsünün alındığı dönemdeki yaş, A: Bireyin ulaşabileceği en yüksek değer), β : Doğum sonrası kazanılan ağırlığın, ergin canlı ağırlığa oranı, k: Ergin vücut ölçüsü veya başka bir değişkene bağlı olarak büyüme hızı veya erginleşme hızını, exp: Doğal logaritma tabanını, a:Başlangıç ölçüsünü, b₁, b₂, b₃: Doğrusal modellerde zamanların üssel durumlarına göre regresyon katsayıları.

Çizelge 2. Romanov kuzularının vücut özellikleri için farklı modeller ile tahmin edilen büyüme eğrisi katsayıları ve OMS, HKO ve R^2 değerleri.

Table 2. Growth curve coefficients and MAD, MSE, R^2 values estimated by different models for body features of Romanov lambs

	Lojistik Model						
	A ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	β ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	k ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	OMS	R^2	HKO	
CA	36,870±6,144	8,154±1,228	0,017±0,002	0,803	0,988	0,804	
VU	55,359±3,542	1,106±0,130	0,015±0,003	1,297	0,969	2,222	
CY	58,105±1,758	0,809±0,054	0,014±0,002	0,860	0,980	1,085	
	Gompertz Model						
	A ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	β ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	k ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	OMS	R^2	HKO	
CA	62,620±25,245	2,769±0,285	0,007±0,002	0,792	0,988	0,772	
VU	58,444±4,977	0,800±0,077	0,011±0,002	1,236	0,972	2,020	
CY	60,418±2,304	0,636±0,037	0,011±0,002	0,838	0,982	0,995	
	Lineaar Model						
	a ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	b1 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	OMS		R^2	HKO	
CA	2,619±0,516	0,126±0,005	0,859		0,984	0,984	
VU	28,489±0,944	0,128±0,009	1,599		0,940	3,935	
CY	34,326±0,827	0,120±0,008	1,388		0,947	2,831	
	Kuatratik Model						
	a ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	b1 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	b2 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	OMS	R^2	HKO	
CA	3,304±0,625	0,101±0,016	1,4E-04±8,6E-05	0,795	0,988	0,791	
VU	26,566±1,014	0,198±0,026	-3,84E-04±1,40E-04	1,337	0,966	2,416	
CY	32,252±0,683	0,195±0,018	-4,14E-04±9,42E-05	0,888	0,978	1,250	
	Kübik Model						
	a ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	b1 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	b2 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	b3 ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	OMS	R^2	HKO
CA	3,286±0,651	0,101±0,033	1,6E-04±4,3E-04	-6,4E-08±1,6E-06	0,684	0,992	0,591
VU	25,108±0,868	0,315±0,043	-2,07E-03±5,72E-04	6,21E-06±2,08E-06	0,980	0,986	1,164
CY	31,408±0,562	0,263±0,028	-1,39E-03±3,70E-04	3,59E-06±1,34E-06	0,641	0,993	0,441

OMS: Ortalama Mutlak Sapma, HKO: Hata Kareler Ortalaması, R^2 : Belirleme Katsayısı, CA: Canlı Ağırlık, VU: Vücut Uzunluğu, CY: Cidago Yüksekliği, \bar{X} : Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart Hata

Ancak büyüme eğrisi için yapılan çalışmalarda, model seçimine dikkat edilmediği takdirde canlının büyümesi yanlış yorumlanacak ve bunun sonucunda o genotipe ait verim özellikleri gerçek verim değerinden oldukça farklı olacaktır. Bu sebeple ele alınan modelde gerçek verim değerleri ile tahmin edilen verim değerleri arasındaki sapma mümkün olduğunca düşük olmalıdır. Büyüme dönemlerindeki gerçek değerler ile tahmin edilen değerler arasındaki farklılığın yaş faktörüne bağlı olarak göstermiş olduğu değişim, o büyüme modeline ait sapmaların sistematik eğilimini göstermektedir (Akbaş, 1995; Gautam ve ark., 2018).

Doğrusal olmayan modellerde belirtilen A katsayısı hayvanın ulaştığı asimtotik ölçüm limitidir. Asimtotik limit genellikle gebelik, laktasyon ve çevresel faktörler ile hayvanın herhangi bir vücut özelliğinde meydana gelen kısa dönem değişimlerinden bağımsız, hayvanın ulaşabileceği en yüksek vücut ölçümüdür. Ergin vücut ölçüm değerini ifade eden "A" parametresi bütün büyüme eğrisi modellerinden tahmin edilmektedir ve değerlendirilecek kritere ait ölçünün birimidir. Bir canlının t aylık yaşta tespit edilen vücut ölçümü hiçbir zaman "A" parametresinden fazla olamaz (Şahin ve ark., 2014). Başlangıç değerine bağlı olarak değişen " β " değeri; doğum sonrası kazanılan ölçüm değerinin, ergin dönemdeki beden ölçüsüne oranı olarak kabul edilmektedir. Modelde yer alan "k" ifadesi ise erginleşme hızının bir fonksiyonudur. Erginleşme hızı modelde yer alan "A" parametresi ve "k" parametrelerine göre değişim göstermektedir. "k" parametresi büyük olduğunda gelişim hızlı, küçük

olduğunda ise gelişim yavaş olmaktadır (Brown ve ark., 1976; Mohammadi ve ark., 2019). Doğrusal olmayan modellerden elde edilen A, β ve k parametrelerine ait tahmin değerleri, genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi ile Levenberg-Marquardt itereasyon yöntemi kullanılarak elde edilmektedir (Drapper ve Smith, 1981; Akbaş ve ark., 1999; Van der Merwe ve ark., 2019).

Bu çalışmada, doğumdan 6. aya kadar olan dönemde 50 kuzudan alınan canlı ağırlık ve vücut ölçüleri değerleri kullanılarak, modellere ait R^2 (Belirleme katsayısı), HKO (Hata Kareler Ortalaması) ve OMS (Ortalama Mutlak Sapma), değerleri hesaplanmıştır. İstatistik analizler için SPSS programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çizelge 2'de Romanov kuzularının canlı ağırlık bakımından 180 günlük yaşa kadar olan dönem içerisinde meydana gelen değişimin belirlenebilmesi ve yorumlanabilmesi amacı ile doğrusal ve doğrusal olmayan modeller için elde edilen R^2 , HKO ve OMS değerleri verilmiştir.

Çizelge 2. incelendiğinde büyüme eğrilerine en iyi uyum sağlayan modellerden elde edilen en yüksek R^2 değerlerinin canlı ağırlık, cidago yüksekliği ve vücut uzunluğu için sırasıyla, 0,992; 0,993; 0,986 olarak kübik modelden elde edildiği görülmektedir. Canlı ağırlıkların tahmininde doğrusal büyüme modellerinden Linear, Kuadratık ve Kübik modelleri için elde edilen R^2 değerleri sırası ile 0,984; 0,988; 0,992 olarak, doğrusal olmayan

Gompertz, Lojistik modelleri için ise sırası ile 0,988; 0,988 olarak bulunmuştur. Canlı ağırlıkların tahmininde Linear, Kuadratik ve Kübik modelleri için en düşük HKO değerleri sırası ile 0,984; 0,791; 0,591 olarak, Gompertz ve Lojistik modelleri için ise sırası ile 0,772; 0,804 olarak elde edilmiştir. Canlı ağırlıkların tahmininde Linear, Kuadratik ve Kübik modelleri için en düşük OMS değerleri sırası ile 0,859; 0,795, 0,684 olarak, Gompertz ve Lojistik modelleri için ise sırası ile 0,792, 0,803 olarak bulunmuştur.

Araştırma sonuçlarına göre belirleme katsayısı (R^2) en yüksek ve HKO'su en düşük değerinde elde edildiği model doğrusal modellerden Kübik model, doğrusal olmayan modellerden ise Gompertz modeli olduğu görülmektedir. Tüm modeller incelendiğinde canlı ağırlık gelişimini en iyi tanımlayan modelin Kübik model olduğu tespit edilmiştir. Gompertz modelinde A, β ve k katsayıları sırasıyla 62,620; 2,769 ve 0,007 olarak, Lojistik modelde ise 36,870; 8,154 ve 0,017 olarak saptanmıştır. Tahmini başlangıç canlı ağırlık değerleri, Linear modelde 2,619, Kuadratik modelde 3,304 ve Kübik modelde 3,286 olarak tespit edilmiştir.

Vücut uzunluklarının tahmininde Linear, Kuadratik ve Kübik doğrusal büyüme modellerinden elde edilen R^2 değerleri sırası ile 0,940; 0,966; 0,986 olarak, doğrusal olmayan modellerden, Gompertz, Lojistik modelleri için ise sırası ile, 0,972; 0,969 olarak bulunmuştur. Linear, Kuadratik ve Kübik doğrusal modelleri için HKO değerleri sırası ile 3,935; 2,416; 1,164 olarak, doğrusal olmayan Gompertz ve Lojistik modelleri için ise sırası ile 2,020; 2,222 olarak elde edilmiştir. Linear, Kuadratik ve Kübik doğrusal modelleri için OMS değerleri sırası ile 1,599, 1,337; 0,980 olarak, doğrusal olmayan Gompertz ve Lojistik modelleri için ise sırası ile 1,236; 1,297 olarak bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre vücut uzunluğu için R^2 'si en yüksek, HKO'su en düşük değeri veren model doğrusal modellerden Kübik model, doğrusal olmayan modellerden ise Gompertz modeli olduğu görülmektedir. Romanov kuzularının vücut uzunluklarına ilişkin büyüme eğrilerini tanımlayan modeller için tahmin edilen parametreler ve standart hatalar Çizelge 2'de görülmektedir. A, β ve k katsayıları Gompertz modelinde 58,444; 0,800 ve 0,011 olarak, Lojistik modelinde 55,359; 1,106 ve 0,015 olarak saptanmıştır. Tahmini başlangıç vücut uzunluk değerleri, Linear modelde 28,489, Kuadratik modelde 26,566 ve Kübik modelde 25,108 olarak tespit edilmiştir.

Cidago yüksekliklerinin tahmininde Linear, Kuadratik ve Kübik doğrusal büyüme modellerinden elde edilen R^2 değerleri sırası ile 0,947; 0,978; 0,993 olarak, doğrusal olmayan Gompertz ve Lojistik modelleri için ise sırası ile 0,982; 0,980 olarak elde edilmiş olup, Linear, Kuadratik ve Kübik doğrusal modelleri için HKO değerleri sırası ile 2,831; 1,250; 0,441 olarak, doğrusal olmayan Gompertz ve Lojistik modelleri için ise sırası ile 0,995; 1,085 olarak bulunmuştur. Linear, Kuadratik ve Kübik doğrusal modelleri için OMS değerleri sırası ile 1,388; 0,888; 0,641 olarak, doğrusal olmayan Gompertz ve Lojistik modelleri için ise sırası ile 0,838; 0,860 olarak bulunmuştur. A, β ve k katsayıları Gompertz modelinde 60,418; 0,636 ve 0,011 olarak, Lojistik modelde 58,105; 0,809 ve 0,014 olarak saptanmıştır. Tahmini başlangıç cidago yükseklik değerleri, Linear modelde 34,326, Kuadratik modelde 32,252 ve Kübik modelde 31,408 olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre R^2 'si en yüksek, HKO'su en

düşük değeri veren model doğrusal modellerden Kübik model, doğrusal olmayan modellerden ise Gompertz modeli olduğu görülmektedir.

Bazı araştırmacılar tarafından benzer çalışmalar yapılmış olup; Aytekin ve ark. (2011)'nin malya kuzuları ile yaptıkları çalışmada, canlı ağırlıklara ilişkin en iyi uyumu sağlayan modelin belirlenmesi amacıyla elde edilen R^2 değerlerini doğrusal, Kuadratik, Kübik, Gompertz ve Lojistik modellerde sırasıyla 0,831; 0,910; 0,920; 0,915 ve 0,912 olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada canlı ağırlıklara ilişkin doğrusal ve doğrusal olmayan modellerden elde edilen R^2 değerleri Romanov kuzularından elde edilen R^2 değerlerinden daha düşük olarak bulunmuştur. Her iki çalışmada da canlı ağırlıkların büyümesini tanımlayan en iyi uyumlu modelin kübik model olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Akkol ve ark. (2011)'nin yaptıkları çalışmada Karakaş kuzularına ait vücut ölçüleri analiz edilmiş, Linear model, Kuadratik ve Kübik modellere ait R^2 değerleri Karakaş dişi kuzuları için sırasıyla 0,971; 0,973 ve 0,974; erkek kuzular için 0,974; 0,976 ve 0,977 olarak bulunmuşlardır. Lojistik, bertalanffy, Gompertz ve richard modellerde dişi kuzular için R^2 değerleri sırasıyla, 0,967; 0,971; 0,970 ve 0,706, aynı modellerde erkek kuzulara ise belirleme katsayıları 0,971; 0,974; 0,973; 0,720 olarak bulunmuştur. Karakaş dişi ve erkek kuzuları için büyüme en iyi tanımlayabilen modelin Kübik model olduğu tespit edilmiştir. Romanov koyunlarından elde edilen R^2 değerleri Akkol ve ark. (2011)'nin yaptığı çalışmadan daha yüksek bulunmuştur. Her iki çalışmada ele alınan vücut ölçüsünün gelişimini tanımlayan en iyi matematiksel modelin kübik model olduğu tespit edilmiştir.

Kuzu ve Elçin (2002)'nin yaptıkları çalışmada Kilis keçisi oğlaklarının vücut özelliklerine ait veriler kullanılarak büyüme eğrileri çizilmiş olup Linear modelde elde edilen R^2 değerleri, canlı ağırlıkta 0,940; cidago yüksekliğinde 0,990; vücut uzunluğunda 0,990 olarak tespit edilmiştir. Romanov kuzularında ise bu değerler sırası ile; 0,984; 0,947; 0,940 olarak tespit edilmiştir. Romanov kuzularından elde edilen R^2 değerleri Kuzu ve Eliçin (2002)'nin yaptığı çalışmadan düşük bulunmuştur.

Çelikeloğlu ve Tekerli (2014)'nin yaptıkları çalışmada, büyüme modellerinin Pırlak kuzularının bazı vücut ölçülerine uygunluklarını karşılaştırmak ve en iyi uyumu sağlayan modeli tespit etmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla, Bertalanffy, Brody, Gompertz ve Lojistik modelleri kullanılmışlardır. Uygulanan modellerin uyum iyiliğini tespit etmede belirleme katsayısından (R^2) yararlanılmıştır. Cidago yüksekliği için en iyi uyum sağlayan model ve R^2 değerleri Bertalanffy ($R^2 = 0,930$), vücut uzunluğunda ise ($R^2 = 0,905$) olarak tespit edilmiştir. Romanov kuzularında ise cidago yüksekliği için ($R^2 = 0,982$) ve vücut uzunluğu için ($R^2 = 0,972$) değerleri ile en uygun doğrusal olmayan modelin Gompertz modeli olduğu tespit edilmiştir. Romanov kuzularından elde edilen belirleme katsayısı Çelikeloğlu ve Tekerli (2014)'nin yaptıkları çalışmadan elde ettiği değerlerden yüksek bulunmuştur.

Aytekin ve ark. (2009)'nin yaptıkları çalışmada, Anadolu merinosu kuzularının canlı ağırlıklarına ait belirleme katsayılarını (R^2) Linear, Kuadratik ve kübik modellerde sırasıyla, 0,992; 0,977 ve 0,997 olarak elde etmişlerdir. Benzer şekilde Akkaraman kuzularında belirleme katsayılarını sırasıyla 0,992; 0,993 ve 0,997 olarak bulmuşlardır. Canlı ağırlıkta bütün modeller dikkate

alındığında her iki koyun ırkında en iyi değerleri Kübik modelde elde edilmiştir. Romanov kuzularından elde edilen R^2 değerleri Aytekin ve ark. (2009)'nın yaptığı çalışma ile benzerlik göstermektedir. Her iki çalışmada ele alınan beden ölçüsünün gelişimini tanımlayan en iyi matematiksel modelin kübik model olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç

Romanov koyunlarının doğumdan itibaren altı aylık periyot içerisinde vücut özelliklerinin gelişimi yerli ırklarımıza yakındır. Melezleme çalışmaları yerli ırkların et verimi yönünden randımanı kaybetmeden döl verim kabiliyetini arttırılabilir. Ülkemizde Romanov koyunlarının döl verim özelliklerinin yüksek olduğu bilinmekte fakat et verimi yönünden yerli ırklar ile melezleme çalışmaları yeterli seviyede değildir.

Sonuç olarak yetiştiriciliği yapılan popülasyonda büyüme ile ilişkili ve üzerinde araştırma yapılan bir özellikte, hedeflenen verimin üst seviyesine ulaşmadan büyümenin yavaşlaması veya durması ya da gerilemesi, bakım ve besleme hatası olduğuna işaret eder. Bu sebeple büyüme süreci titizlikle incelenmeli ve büyümenin tanımı yapılmalıdır.

Bu çalışmada büyüme periyodunda en iyi uyumu sağlayan modelin belirlenmesi amacıyla R^2 'si yüksek, HKO'su düşük olan model tercih edilmiştir. Bu değerler dikkate alındığında canlı ağırlık, vücut uzunluğu ve cidago yüksekliği, gibi vücut ölçülerinin zaman içerisinde değişimi takip edilmiş ve en iyi uyumun doğrusal modellerden olan Kübik modelden elde edildiği belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar yetiştiricilere uygun yetiştirme teknikleri ve beslenme stratejilerini tanımlamak için önem arz etmektedir.

Kaynaklar

Akbaş Y.1995. Büyüme Eğrisi Modellerinin Karşılaştırılması. Hayvansal Üretim 36: 73-81.

Akbaş Y, Taşkın T, Demirören E. 1999. Farklı Modellerin Kıvrıkcık ve Dağlıç Erkek Kuzularının Büyüme Eğrilerine Uyumunun Karşılaştırılması. 537-544.

Akkol S, Öter MS, Gökdağ Ö, Aşkın Y. 2011. Karakaş Kuzularında Büyümenin Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Modeller ile Belirlenmesi. 7. Ulusal Zootekni bilim kongresi, Adana.

Akman N, Meftune E, Tavmen A. 2001. Koyunculuk Dünya'da- Avrupa Birliği'nde- Türkiye'de Hayvansal Üretim ve Ticareti, Çamlıca Kültür ve Yarıdım Vakfı, İstanbul.

Altınel A, Evrim M, Özcan M, Başpınar H, Deligözoğlu F. 1998. Sakız,kıvrıkcık ve Alman Siyah Başlı Koyun Irkları Arasındaki Melezlemeler ile Kaliteli Kesim Kuzuları Elde Etme Olanaklarının Araştırılması. Turk J. Vet. Anim. Sci. vol.22, no.3, pp.257-265.

Aslan F. 2008. Farklı kan dereceli Romanov Melezi Erkek ve Dişi Kuzularda Büyüme ve Üreme Performansı. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Erzurum.

Aytekin G, Karabacak A, Zülkadir U, Keskin G, Boztepe S. 2009. Açık ve Kapalı Ağıllarda Besiye Alınan Akkaraman ve Anadolu Merinosu Kuzuların Besi Periyodu Büyüme Eğrilerinin Tanımlanmasında Bazı Modellerin Kullanımı, Selçuk Gıda ve Tarım Bilimleri Dergisi, 23 (49): 30-35.

Aytekin G, Zülkadir U, Keskin G, Boztepe S. 2011, Fitting of Different Mathematic Models to The Growth Curves of Female Malya Lambs Weaned at Two Different Live Weights, Trends Anim Vet Sci J, 1(2):19-23.

Brown JE, Fitzhugh HA, Cartwright TC. 1976. A Comparison of Non-Linear Models for Describing Weight-age Relationships in cattle. J. Anim. Sci. 42:810.

Cemal İ, Karaca O, Cetiner S. 1999. Çine Çaparı koyunların kimi özellikleri ve genetik kaynak olarak korunması olanakları. Uluslararası Hayvancılık Kongresi. Bildiriler: 558-563, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir.

Çelikeloğlu K, Tekerli M. 2014. Pırlak Kuzularda Farklı Büyüme Eğrisi Modellerinin Vücut Ölçülerine Uyumunun Karşılaştırılması. Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg. 54 (2):63-69.

Çolak C, Orman MN, Ertuğrul O. 2006. Simental x Güney Anadolu Kırmızısı Sığırlarına Ait Canlı Ağırlık Ölçümlerine Dayanan Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Büyüme Eğrileri. Lalahan Hayvan Araş. Ens. Dergisi, 46 (1): 1-5.

Draper NR, Smith H. 1981. Applied regression analysis. 2. Ed. John Wiley 8 Sens INC. NY

Efe E. 1990. Büyüme Eğrileri (Doktora tezi, basılmamış). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Adana.

Ensminger ME. 1980. Feeds and Nutrition-Complete. First Edition. The Ensminger Publishing Company. 648 West Sierra Avenue P. O. Box 429. Clovis, California 93612.U.S.A.

Ertuğrul M. 1996. Küçükbaş Hayvan Yetiştirme Uygulamaları. II. Baskı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1446, Ders Kitabı: 426, Ankara.

Gautam L, Kumar V, Waiz HN, Nagda K. 2018.Estimation of Growth Curve Parameter Using Non-Linear Growth Curve Models in Sonadi Sheep. International Journal of Livestock Research. vol 8(09): 104-113.

Karaoğlu M, Emsen H. 2000. Zootekni Bölümü ve Doğu Anadolu Bölgesi'nde Yapılan Çalışmalar. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 31. Özel Sayı 37-47.

Kaymakçı M, Sönmez R. 1996. İleri Koyun Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Basım Evi, Bornova-İzmir.

Kuzu E, Elçin A. 2002. Kilis Keçisi Oğlaklarında Değişik Vücut Ölçüleri Bakımından Büyüme Eğrileri. Tarım Bilimleri dergisi. 8 (3) 242-247.

Mohammadi Y, Mokhtari MS, Saghi DA, Shahdadi AR. 2019. Modeling the growth curve in Kordi sheep: The comparison of non-Linear models and estimation of genetic parameters for the growth curve traits. Small Ruminant Research. Volume 177, pages 117-123.

Şahin A, Ulutaş Z, Karadavut U, Yıldırım A. 2014. Anadolu Mandası Malaklarında Büyüme Eğrisinin Çeşitli Doğrusal Olmayan Modeller kullanılarak karşılaştırılması. Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Dergisi. 20(3): 357-362.

Topal M, Özdemir M, Aksakal V, Yıldız N, Doğru U. 2004, Determination of the Best NonLinear Function in order to Estimate Growth in Morkaraman and Awassi Lambs, Small Ruminant Research, (55): 229-232.

Van der Merwe DA, Brand TS, Hoffman LC. 2019. Application of growth models to different sheep breed types. South Africa small ruminant research. volume :178 pages :70-78.

Yıldız G, Soysal MĞ, Gürcan EK. 2009. Tekirdağ İlinde Yetiştirilen Karacabey Merinosu x Kıvrıkcık Melezi Kuzularda Büyüme Eğrisinin Farklı Modellerle Belirlenmesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(1): 11-19.

Yılmaz A, Altınel A. 2003. Alman Siyah Başlı Etçi Irkının Baba Hattı Olarak Kullanılmasıyla Elde Edilen Üçlü Kullanma Melezi Kuzular ile Kıvrıkcık ve Türk Merinosu Kuzuların Büyüme Hızı ve Yaşama Gücü Özellikleri. İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 29(2):213-219.

Zimmermann MJ, Kuehn LA, Spangler ML, Thallman RM, Warren M, Snelling WM, Lewis, ML. 2019. Comparison of different functions to describe growth from weaning to maturity in crossbred beef cattle, Journal of Animal Science, Volume 97, Issue 4, Pages: 1523-1533.