

Farklı Modellerin Kıvırcık ve Dağlıç Erkek Kuzularının Büyüme Eğrilerine Uyumunun Karşılaştırılması

Yavuz AKBAŞ, Turgay TAŞKIN, Erdinç DEMİRÖREN

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Bornova, 35100 İzmir-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 12.01.1998

Özet: Bu araştırma, Kıvırcık ve Dağlıç erkek kuzularının doğumdan 420.güne kadar canlı ağırlık değişimini farklı büyüme eğrisi modelleri ile ortaya koymak, iki genotipi büyüme eğrisi parametreleri bakımından karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Kuzularda doğum ve süttan kesim (60. gün) ağırlıkları ile süttan kesimden deneme sonuna kadar aylık bireysel canlı ağırlık ölçümleri kullanılarak 15 farklı modelin kuzuların büyüme verilerine uyumu incelenmiştir. Dağlıçlarda basit doğrusal modelin, Kıvırcıklarda kuadratik modelin kuzuların büyüme performansını en iyi açıkladığı saptanmıştır. Bununla birlikte ırk içi ve ırklar arasında regresyonların homojen olmadığı ve düzeltilmiş Y ortalamaları bakımından genotipler ve bireyler arasında farklılık bulunduğu belirlenmiştir. Böylece her ırkta tahmin edilen regresyon eşitliğinin o ırkta yer alan tüm bireyler için geçerli olmadığı sonucuna varılmıştır. Aynı şekilde iki genotipe ait regresyon eşitliklerinin hem eğim hem de bağımlı değişkenin ortalama düzeyi bakımından birbirinden farklı olduğu, diğer bir anlatımla iki genotipin büyüme eğrilerinin farklı olduğu ortaya konmuştur. Doğrusal olmayan modellerden Brody, Negatif üssel, Gompertz, Logistik ve Bertalanffy modelleri de Kıvırcık ve Dağlıçların erkek kuzularına ait ağırlık-yaş verilerine oldukça iyi uyum göstermiştir. Doğrusal olmayan modeller arasında en iyi uyumu Brody modeli vermiştir.

Anahtar Sözcükler: Büyüme eğrisi, Kuzu, Dağlıç, Kıvırcık, Doğrusal Modeller, Doğrusal Olmayan Modeller.

Comparison of Several Models to Fit the Growth Curves of Kıvırcık and Dağlıç Male Lambs

Abstract: This research was carried out to estimate the growth curves of Kıvırcık and Dağlıç male lambs using monthly body weight data from birth to 420 days of age. Fifteen models were compared in terms of growth curve parameters and for the best fit to the data of Kıvırcık and Dağlıç male lambs. Among the linear models simple linear model gave the best fit for Dağlıç and quadratic model for Kıvırcık. However heterogeneity was found in terms of regressions equations within each breed and between genotypes. These results say that common regression equation can not be used for all individual in a breed having different growth pattern, not only regression coefficient but also mean levels of dependent variable. Among the non-linear models Brody, Negative Exponential, Gompertz, Logistic and Bertalanffy gave quite good fit for the male lambs data. Brody had the highest coefficient of determination.

Key Words: Growth Curve, Lambs, Dağlıç and Kıvırcık breeds, Linear Models, Non-linear Models.

Giriş

Evcil hayvanlarda incelenen önemli özelliklerden birisi de büyümedir. Büyüme tüm canlılarda belirli bir dönem içinde organizmadaki hücre ve doku artışı şeklinde tanımlanmakla birlikte evcil hayvanlarda genellikle canlı ağırlık veya organ ağırlıkları üzerinde durulmaktadır.

Ricklefs (1) büyümenin belirlenmesinde ve iyileştirilmesinde kullanılan girişimleri canlı ağırlıkları doğrudan kullanan, büyüme artışlarını inceleyen ve büyüme eğrilerini kullanan yaklaşımlar olarak sıralamıştır.

Büyüme eğrisi, incelenen özelliğin belirli bir dönemde gösterdiği değişimi tanımlar. Bu değişim incelenen özellik başta olmak üzere tür, ırk ve hatlarda farklılıklar gösterir.

Türkiye'de büyüme eğrisi modellerinin incelendiği çalışmalar bulunmakla birlikte (2, 3, 4) küçükbaş

hayvanlarda büyüme eğrisinin doğrudan ele alındığı çalışmalar az sayıdadır (5). Küçükbaş hayvanlarda büyümenin incelendiği çalışmalarda genellikle belirli yaş dönemlerindeki performanslar ve/veya canlı ağırlık artışları üzerinde durulmaktadır (6, 7, 8, 9, 10, 11). Fakat dünyada koyun ve keçilerde büyüme eğrilerinin kullanıldığı bir çok çalışma gerçekleştirilmiştir (12, 13, 14, 15, 16, 17, 18).

Moore (14), memeli evcil hayvanlar için genel bir büyüme eğrisi modeli tanımlamayı hedeflemiş, sığır, domuz, koyun, keçi, tavşan, fare ve sıçanlara ait verilerde sürdürdüğü çalışmasında doğrusal ve kübik eşitliklerin adı geçen türlerde kabul edilebilir bir uyum gösterdiğini ve memeliler için standart bir büyüme eğrisi sağladığını bildirmiştir.

Mukundan ve ark. (13) da genç küçükbaş hayvanların

büyümelerini açıklamada en iyi modelin doğrusal model olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Kocabaş ve ark.(5) yaklaşık 69 günlük Akkaraman, İvesi*Akkaraman ve Malya*Akkaraman kuzularının 8-9 haftalık bir besi dönemindeki büyüme eğrilerini incelemişler, Akkaraman ve İvesi*Akkaraman kuzularında doğrusal modelin bu dönemdeki büyümeyi açıklamada yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Fakat aynı çalışmada Malya*Akkaraman melezlerinde doğrusal modelin yeterli olmadığı saptanmıştır. Nitekim Bhadula ve ark. (12) Muzaffarnagari koyunları ve bunların Corriedale ırkı ile melezleriyle yürüttükleri çalışmalarında doğrusal ($Y=a+b*X$), üssel ($Y=a*e^{b*X}$) ve ikinci dereceden ($Y=a+b*X+c*X^2$) fonksiyonları karşılaştırmışlar, her iki genotipte koyunların büyümelerini açıklamada üssel fonksiyonun en kötü ($R^2=0.911$ ve $R^2=0.917$), ikinci dereceden fonksiyonun ise en iyi ($R^2=0.999$ ve $R^2=0.956$) uyumu verdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Koyunlarda büyüme eğrileri genellikle ergin yaş canlı ağırlığı ve canlı ağırlık artışını tahminlemek amacıyla kullanılmaktadır (16, 17, 18). Nasholm (16) ve Nasholm ve Danell (17) bireysel ergin yaş ağırlıklarını bulmak amacıyla negatif üssel büyüme eğrisi ($Y=A-A*e^{-kt}$) modelini kullanırken, Jenkins ve Leymaster (18) canlı ağırlık, karkas ağırlığı ve karkas parça ağırlıklarının doğumdan 48.aya kadar olan değişimini Brody ($Y=A(1-B*e^{-kt})$) modeli ile incelemiş, her değişken için ergin yaş ağırlığı (A) ile canlı ağırlık artışı (K) üzerinde durmuşlardır.

Trakya ve Güney Marmara Bölgesi'nin yaygın koyun ırkı olan Kıvırcık ile Göller Bölgesi'nin başat ırkı Dağlıç koyunlarında yapılan çalışmaların çoğunda doğumdan 180.güne kadar değişik yaş dönemlerindeki canlı ağırlıklar ile canlı ağırlık değişimi ve bu dönemdeki yaşama güçleri incelenmiştir (6, 7, 8, 9, 10, 11, 19). Bu iki yerli ırkın büyüme eğrilerine uygun en iyi modeli araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır.

Bu araştırma Kıvırcık ve Dağlıç erkek kuzuların, doğumdan 420. güne kadar canlı ağırlık değişimini farklı büyüme eğrisi modelleri ile ortaya koymak, en iyi uyumu gösteren modeli belirlemek ve iki genotipi büyüme eğrisi parametreleri bakımından karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Metot

Araştırmanın hayvan materyalini 14 baş Kıvırcık ile 11

baş Dağlıç erkek kuzuları oluşturmuştur. Kıvırcık ve Dağlıç erkek kuzuları araştırma süresince (420 gün) Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü deneme ağılı koşullarında barındırılarak beslenmişlerdir.

Kuzularda doğum ve sütten kesim (60. gün) ağırlıkları ile sütten kesimden deneme sonuna kadar aylık bireysel canlı ağırlık ölçümleri saptanmıştır. Tartımlar 0.1 kg duyarlılıklı teraziyle yapılmıştır.

Araştırmada kuzuların söz konusu canlı ağırlıkları kullanılarak farklı modellerin kuzuların büyüme verilerine uyumu incelenmiştir. Modellerin karşılaştırılmasında toplam varyasyondan modelin açıkladığı kısmı gösteren, serbestlik derecesine göre düzeltilmiş belirleme katsayıları (R^2) kullanılmıştır.

Yaşa bağlı olarak canlı ağırlık ilişkisinin incelendiği regresyon analizi, grup ortalamaları yanısıra bireysel gözlemler üzerinden de uygulanmış, gerçek deneme hatası hesaplanarak modelin uyum testi yapılmıştır (20).

Araştırmada her birey için tahminlenen regresyon eşitliklerinin homojen olup olmadığı, buna bağlı olarak her iki ırkta verilecek genel bir regresyon eşitliğinin bütün bireyleri temsil edip edemeyeceği incelenmiştir. Bu amaçla ırk içinde bireysel regresyon katsayıları arasında fark olup olmadığı ve yaşa göre düzeltilmiş gözlem değerleri ortalamaları arasında fark bulunup bulunmadığı kontrol edilmiştir. Birinci test ile regresyon denklemlerinin paralelliklerine, ikinci test ile denklemlerin aynı Y ortalama değerinden geçip geçmediğine bakılmıştır. Bu analizler ırk içi ve ırklar arası düzeyde uygulanmıştır.

Çalışmada doğrusal modellerin yanısıra doğrusal olmayan modellerin de Kıvırcık ve Dağlıç kuzularının büyüme performanslarını açıklama düzeyleri incelenmiştir. Kullanılan doğrusal olmayan büyüme eğrisi modelleri Tablo 1'de verilmiştir. Dönem ortalamaları üzerinden iyi uyum gösteren Brody, Negatif üssel, Gompertz, Logistik ve Bertalanffy modelleri bireysel veri setlerine de uygulanmıştır. Doğrusal olmayan modellerin parametre tahminleri iteratif Levenberg-Marquardt yöntemi kullanılarak genelleştirilmiş En-Küçük-Kareler analizi ile tahminlenmiştir. Analizler SPSS paket programı (21) ile yürütülmüştür.

Bulgular

Her ırkta modellerin uyumu, dönem canlı ağırlık ortalamaları üzerinden analiz edilmiştir. Bu çalışmada

Tablo 1. Farklı Modellerin Kuzuların Büyüme Verilerine Uyum Düzeyleri

Model		Düzeltilmiş R ²	
		Dağılıç	Kıvrıcık
Linear	$Y = \beta_0 + \beta_1 X$	0.997	0.993
Kuadratik	$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2$	0.999	0.999
Kübik	$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3$	0.999	0.999
Brody	$Y = \beta_0 (1 - \beta_1 \exp(-\beta_2 X))$	0.999	0.999
Negatif Üssel	$Y = \beta_0 - \beta_0 \exp(-\beta_2 X)$	0.992	0.994
Gompertz	$Y = \beta_0 \exp(-\beta_1 \exp(-\beta_2 X))$	0.994	0.993
Logistik	$Y = \beta_0 (1 + \beta_1 \exp(-\beta_2 X))^{-1}$	0.989	0.986
Bertalanffy	$Y = \beta_0 (1 - \beta_1 \exp(-\beta_2 X))^3$	0.996	0.995
Logaritmik	$Y = \beta_0 + \beta_1 \ln(X)$	0.616	0.643
İnverse	$y = \beta_0 + \beta_1 / X$	0.242	0.264
Compound	$Y = \beta_0 \cdot \beta_1^X$	0.779	0.747
Power	$Y = \beta_0 \cdot X^{\beta_1}$	0.945	0.959
Growth	$Y = \exp(\beta_0 + \beta_1 X)$	0.779	0.747
Üssel	$Y = \beta_0 \cdot \exp(\beta_1 X)$	0.780	0.747
Logistik(2)	$Y = (1/n + \beta_0 \cdot \beta_1)^{-1}$	0.780	0.747

incelenen modeller ve bu modellerin Kıvrıcık ile Dağılıç erkek kuzularının büyüme performanslarına uyum düzeyleri Tablo 1'de özetlenmiştir. Araştırma sonuçları, doğrusal ve doğrusal olmayan modeller ana başlıklarıyla aşağıda sunulmuştur. Doğrusal modellerden basit doğrusal ve ikinci dereceden regresyon modelleri karşılaştırılmıştır. Doğrusal olmayan modeller başlığında ise verilere yüksek düzeyde uyum sağlayan Brody, Negatif üssel, Gompertz, Logistik ve Bertalanffy modellerine ait sonuçlar incelenmiştir.

Doğrusal Modellere ait Bulgular

Dağılıç ve Kıvrıcık kuzularında büyüme eğrisinin genel olarak doğrusal bir yapı sergilediği görülmektedir. Dönem ortalamaları üzerinden doğrusal modeller kullanılarak gerçekleştirilen analiz sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur.

Kıvrıcık ve Dağılıçlarda basit doğrusal modelin isabet derecesi sırasıyla 0.997 ve 0.993 iken ikinci dereceden

polinomial modelin uyum derecesi her iki ırkta da 0.999 düzeyine ulaşmıştır. Bununla birlikte kuadratik modelde regresyon kareler toplamlarının Kıvrıcık ve Dağılıçlarda sırasıyla %99.82 ve %99.44'nün β_1 , ancak %0.18 ve %0.56'sinin modeldeki β_2 parametresi tarafından açıkladığı saptanmıştır. Yaşın ikinci dereceden etkisi oran olarak düşük olmasına rağmen her iki ırkta da istatistiksel açıdan önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur. Fakat kübik modelin ağırlık-yaş ilişkisini açıklamada ek bir katkı yapmadığı saptanmıştır.

Her genotipte grup ortalamalarının analizi sonrasında, her yaş grubunda ölçülen bireyler tekerrür olarak dikkate alınıp saf hata (pure error) hesaplanmıştır. Bu analizde regresyondan sapma düzeyi, uyum eksikliği (lack of fit) ve saf hata şeklinde ikiye ayrılmıştır. Uyum eksikliğinin incelendiği bu analizlerde elde edilen sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 2. Dönem Ortalamaları Üzerinden Doğrusal ve İkinci Dereceden Regresyon Modeli Sonuçları

	Dağılıç		Kıvrıcık	
	$Y = \beta_0 + \beta_1 x$	$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2$	$Y = \beta_0 + \beta_1 x$	$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2$
β_0	5.82**	4.32**	7.65**	4.61**
β_1	0.133**	0.153**	0.151**	0.193**
β_2	-	-0.000047**	-	0.000096**
Regresyon KT	3807.4**	3814.2**	4937.3**	4965.1**
Hata KT	10.7	4.0	33.0	5.2
R ²	0.997	0.999	0.993	0.999

**P < 0.01

	Dağlıç		Kıvırcık	
	$Y=\beta_0+\beta_1x$	$Y=\beta_0+\beta_1x+\beta_2x^2$	$Y=\beta_0+\beta_1x$	$Y=\beta_0+\beta_1x+\beta_2x^2$
β_0	6.05**	4.42**	7.76**	4.66**
β_1	0.132**	0.152**	0.151**	0.192**
β_2	-	-0.000044	-	-0.000095**
R ²	0.947	0.948	0.976	0.981
Regresyon KT	35827**	35883**	67070**	67443**
Hata KT	1998	1943	1649	1276
Uyum Eksikliğinin				
F Değeri	0.49	0.19	5.53	0.96
P ¹	0.9169	0.9980	0.0000	0.4806
Serbestlik Derecesi	132	132	180	180

Tablo 3. Dağlıç ve Kıvırcıklarda Uyum Eksikliği Analizi sonuçları

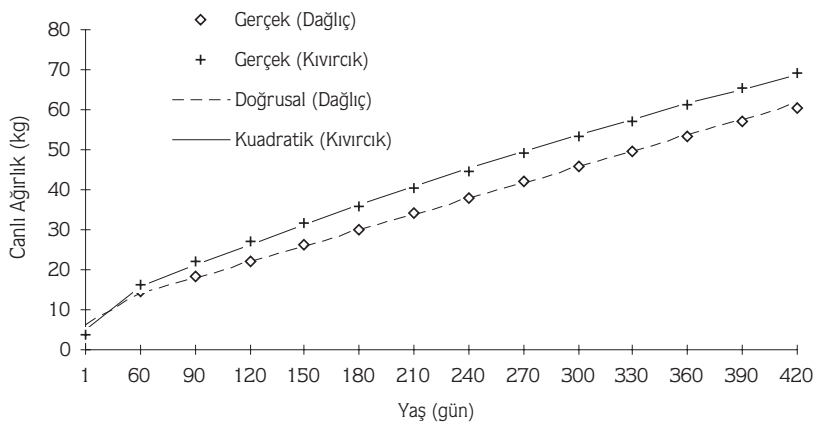
*P < 0.05; **P < 0.01; 1 Uyum eksikliğinin önemine ait olasılık değeri

Dağlıçlarda doğrusal modelde uyum eksikliğinin önemli olmadığı ve tahminlenen $Y= 6.05 + 0.132*\text{yaş}$ şeklindeki basit doğrusal modelin kuzuların büyüme performansını iyi açıkladığını göstermiştir. Bununla birlikte Kıvırcıklarda basit doğrusal modelde uyum eksikliğinin önemli olduğu, bu yüzden modelin verilere uyumunun yetersiz olduğu saptanmıştır (Tablo 3). Bunun üzerine verilere kuadratik model uyumu yapılmıştır. Kuadratik modelde uyum eksikliğinin önemsiz olduğu ve Kıvırcıklarda büyümenin $Y= 4.66 + 0.192*\text{yaş} - 0.000095*\text{yaş}^2$ modeliyle açıklanabileceği sonucuna varılmıştır.

Her iki ırkta en iyi uyumu sağlayan doğrusal modellerle tahminlenen büyüme eğrileri Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1 incelendiğinde her iki ırkta sütten kesim öncesinde gerçekleşen canlı ağırlık artışının, sütten kesim sonrasına göre daha fazla olduğu görülmektedir.

Sütten kesim ve sonrası canlı ağırlıklar dikkate alınarak yapılan analizlerde gerek Dağlıç gerekse Kıvırcık erkek kuzularını büyüme eğrilerini, basit doğrusal modelin ($Y= \beta_0 + \beta_1 X$) en iyi açıkladığını göstermektedir (Tablo 4).

Dönem ortalamaları üzerinden tahminlenen regresyon katsayıları ile saf hatanın hesaplandığı analizlerden elde edilen regresyon katsayıları çok farklı değildir. İkinci olarak uygulanan regresyon analizinde daha yüksek olan hata kareler toplamı, hem uyum eksikliği kareler toplamını hem de saf hata kareler toplamını içermektedir. Buna bağlı olarak bu analizde belirleme katsayıları düşüş göstermiştir. Dönem ortalamaları üzerinden uyum yapılan basit doğrusal modelde saptanan R² değerleri Dağlıç ve Kıvırcıklarda sırasıyla 0.997 ve 0.993 iken, saf hatanın incelendiği analizlerde ise sırasıyla 0.947 ve 0.976 düzeylerine gerilemiştir (Tablo 2 ve 3).



Şekil 1. Doğrusal Modellerle Tahminlenen Büyüme Eğrileri Bakımından Genotiplerin Durumu

Tablo 4. Sütten Kesim ve Sonrasında Basit Doğrusal Modele Ait Sonuçlar

	Dağlıç	Kıvırcık
β_0	6.90	9.51
β_1	0.129	0.145
R^2	0.934	0.973
Regresyon KT	27684	47244
Hata KT	1926	1305
Uyum Eksikliği		
F Değeri	0.08	1.28
P ¹	1.0000	0.2395
Serbestlik Derecesi	126	168

* P < 0.05 ; **P < 0.01; 1 Uyum eksikliğinin önemine ait olasılık değeri

Araştırmada regresyon denklemlerinin homojenliği ve yaşa (X) göre düzeltilmiş ortalama Y değerleri arası farklılığın kontrolü yapılmıştır. Böylece regresyon doğrularının paralel ve çakışık olup olmadıkları test edilmiştir. Bu analizler her ırk için ayrı ayrı gerçekleştirilmiş, ayrıca aynı yaklaşım genotiplerin karşılaştırılmasında da kullanılmıştır. Bu analiz sonuçları Tablo 5'in ilk sütununda özetlenmiştir. Gerek bireyler gerekse genotipler üzerinden gerçekleştirilen regresyonun homojenliği testleri, ırk içi ve ırklar arasında regresyonların homojen olmadığını ve düzeltilmiş Y ortalamalarının bireyler ve genotiplerde farklılık

gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu durumda her ırkta tahmin edilen regresyon eşitliğinin o ırkta yer alan tüm bireyler için geçerli olmadığını göstermiştir. Aynı şekilde iki genotipe ait regresyon eşitliklerinin de birbirinden farklı olduğu yani iki ırkın büyüme performansının hem eğitim hem düzey bakımından farklı olduğu ortaya konmuştur.

Başlangıç ağırlıkları birbirine yakın olan iki ırktan Kıvırcıkların daha hızlı canlı ağırlık artışı gösterdikleri ve sütten kesimden sonra belirgin bir şekilde Dağlıçlardan üstün olduğu görülmektedir (Şekil 1).

Büyüme periyodunun başlangıcındaki ağırlıkların, tahminlenecek eğrinin şekli üzerine etkisini daha iyi belirleyebilmek için, doğum ağırlığı, daha sonra ise sırasıyla başlangıçtan 60., 90., 120., 150. ve 180. güne kadar olan canlı ağırlıklarının dahil edilmediği veri kümelerinde regresyonun homojenlik testleri uygulanmıştır (Tablo 5). Her ırkta kısmi veri setleriyle elde edilen regresyonun homojenlik testi sonuçları (Tablo 5 de 2-7. sütunlar) aynı ırkta tüm veri setinden saptanan sonuçlarla (Tablo 5 ilk sütun) uyum içindedir. Gerek bireyler gerekse gruplar arasında yaşa göre düzeltilmiş ortalama Y değerleri bakımından farklılık kısmi veri setlerinde de kendini göstermiştir. Bu durum ırk farklılığının bütün veri setlerinde hakim olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 5. Bireyler ve Genotipler Arası Regresyonun Homojenlik Sonuçları

		Tüm veri seti	Doğum Ağırlığı Hariç	1-60 hariç	1-90 hariç	1-120 hariç	1-150 hariç	1-180 hariç
Regresyon katsayılarının homojenlik sonuçları								
Dağlıç	F	4.715	5.391	5.089	4.532	4.50	4.599	4.372
	Önem	**	**	**	**	**	**	**
Kıvırcık	F	3.713	5.412	5.667	5.197	5.047	4.587	4.246
	Önem	**	**	**	**	**	**	**
Genotip	F	35.62	21.69	11.80	7.10	4.75	3.470	2.174
	Önem	**	**	**	**	*	Önemsiz	Önemsiz
Yaşa göre düzeltilmiş Y ortalama değerlerinin karşılaştırılması								
Dağlıç	F	56	85	94	114	132	134	126
	Önem	**	**	**	**	**	**	**
Kıvırcık	F	16.124	34.92	52	70	80	79	75
	Önem	**	**	**	**	**	**	**
Genotip	F	250	298	307	290	265	238	216
	Önem	**	**	**	**	**	**	**

* P < 0.05 ; ** P < 0.01

Regresyon katsayılarının homojenliği bakımından ırklar arasında görülen farklılığın yani heterojenliğin, 150. gün sonrasına ait gelişimde geçerli olmadığı, ırkların 150.gün sonrasında aynı düzeyde canlı ağırlık artışı gösterdiği ve regresyon doğrularının paralel olduğu saptanmıştır.

Doğrusal Olmayan Modellere Ait Bulgular

Doğrusal olmayan modellerden Brody, Negatif üssel, Gompertz, Logistik ve Bertalanffy modelleri Kıvırcık ve Dağlıçların erkek kuzularına ait ağırlık-yaş verilerine oldukça iyi uyum göstermiştir (Tablo 1).

Doğrusal olmayan modelleri uyum bakımından kendi aralarında karşılaştırdığımızda gerek Kıvırcık gerekse Dağlıçlarda %99.9'luk belirleme katsayısıyla en iyi uyumu Brody modelinin verdiğini söyleyebiliriz. Brody modelini Bertalanffy modeli takip ederken, en düşük uyumu Logistik model ortaya koymuştur. Doğrusal olmayan modellerden negatif üssel model iki parametrelili bir model olmasına rağmen uyum düzeyi diğer üç parametrelili modellere yakın düzeyde bulunmuş, hatta Kıvırcıklarda Gompertz ve Logistik, Dağlıçlarda ise Logistik modelden daha iyi uyum göstermiştir (Tablo 1).

Doğrusal olmayan modeller bütün bireylere ayrı ayrı uygulanmış ve bireyler üzerinden elde edilen büyüme eğrisi parametre tahminleri Tablo 6'da verilmiştir. Kıvırcık ve Dağlıçlarda doğrusal olmayan modeller ile tahminlenen büyüme eğrileri sırasıyla Şekil 2 ve Şekil 3'de görülmektedir.

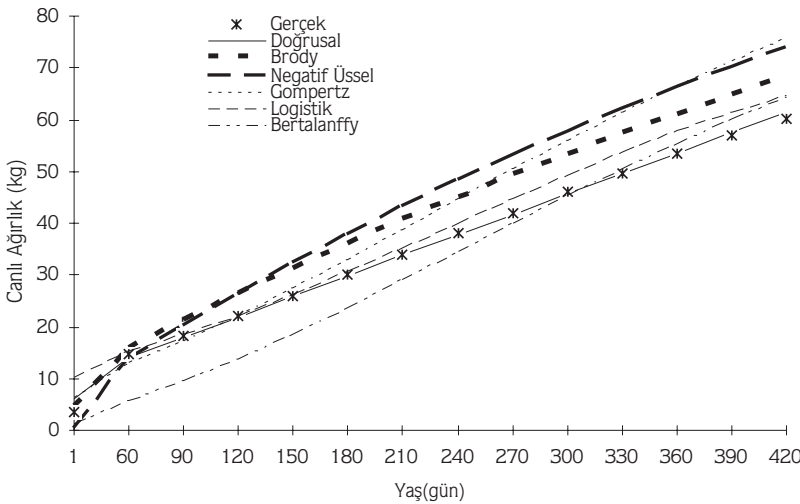
Brody, Negatif üssel, Gompertz, Logistik ve

Bertalanffy modellerinde bulunan β_0 parametresi ergin yaş canlı ağırlığını tahminlemektedir. β_0 parametresini tahminleme bakımından yöntemler arasında farklılıklar saptanmıştır. Örneğin Brody modeli ergin yaş canlı ağırlığını en yüksek, logistik model ise en düşük düzeylerde tahminlemiştir (Tablo 6). Genel olarak β_0 parametresini tahminleme düzeyi bakımından genotipler arasında bir fark görülmemiştir. Dağlıçlarda β_0 parametresi 122.14 iken Kıvırcıklarda 109.15 düzeyinde bulunmuştur. Bütün büyüme eğrisi parametrelerinde yöntemlerin farklı genotip verilerine tepkisi her iki genotipte aynı olmuştur.

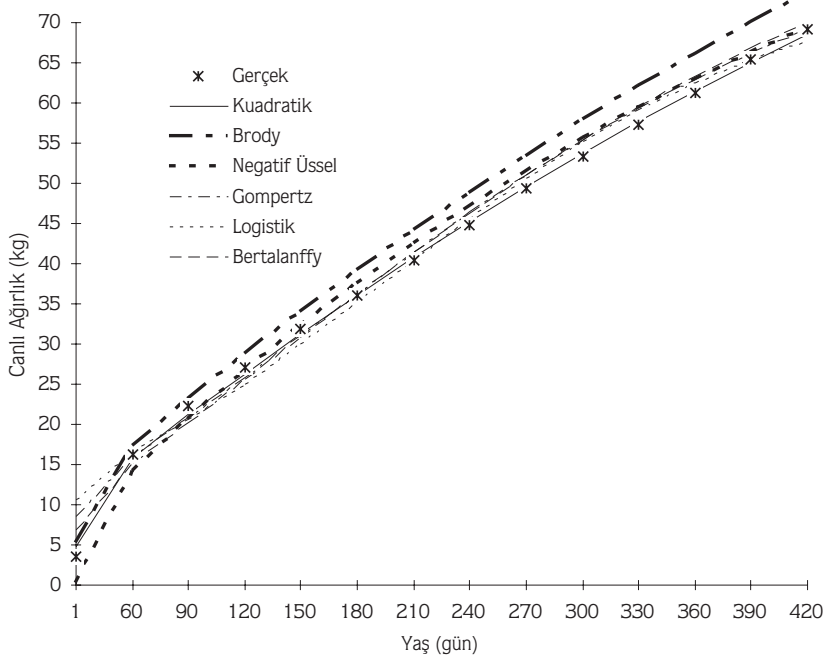
Büyüme hızı hakkında bilgi veren β_2 parametresi bakımından genotipler arasında fark saptanmıştır. Büyüme hızı Dağlıç ve Kıvırcıklarda sırasıyla .0039 ve .0045 düzeylerinde tahminlenmiştir. Model içi genotip karşılaştırmalarında ise sadece logistik modelde genotip farklılığı belirlenmiştir.

Tartışma

Elde edilen sonuçlardan genel olarak doğrusal modelin kuzuların büyüme eğrilerini açıklamada yeterli olduğu anlaşılmaktadır. Çünkü bu çalışmada da doğrusal modelin toplam varyasyondan en büyük payı açıkladığını görmekteyiz. Nitekim keçilerde birinci yaşın sonuna kadar aylık ölçümlerle yapılan çalışmada da en iyi modelin doğrusal model olduğu bildirilmektedir (13). Yaşam süresi model üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu çalışmada sütten kesim öncesi ağırlıklar dikkate alınmadığında basit doğrusal modelin diğer dönemler için



Şekil 2. Dağlıç Kuzularının Farklı Modellerle Tahminlenen Büyüme Eğrileri



Şekil 3. Kıvırcık Kuzularının Farklı Modellerle Tahminlenen Büyüme Eğrileri

Tablo 6. Bireyler Üzerinden Tahminlenen Doğrusal Olmayan Model Parametrelerine Ait Sonuçlar

Model	Genotip	β_0	β_1	β_2	R ²
Brody	Dağlıç	155.95±15.16	0.97±0.367	.0013±.0005	99.91
	Kıvırcık	168.46±10.30	0.97±0.249	.0013±.0003	99.82
Negatif Üssel	Dağlıç	151.05±12.38	-	.0016±.0004	99.20
	Kıvırcık	114.95± 9.93	-	.0022±.0003	99.27
Gompertz	Dağlıç	113.16±11.20	2.87±0.271	.0047±.0004	99.63
	Kıvırcık	88.18± 9.93	2.35±0.240	.0054±.0003	99.28
Logistik	Dağlıç	79.93±11.20	6.81±0.271	.0080±.0004	99.37
	Kıvırcık	76.33± 9.92	6.25±0.240	.0093±.0003	98.67
Bertalanffy	Dağlıç	110.61±12.38	0.78±0.300	.0037±.0004	99.71
	Kıvırcık	97.85± 9.93	0.59±0.240	.0041±.0003	99.49

yeterli olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde Kocabaş ve ark.(5) sütten kesim sonrası 8-9 haftalık besi döneminde Akkaraman, İvesi*Akkaraman ve Malya*Akkaraman kuzularının büyüme eğrilerinin basit doğrusal model ile açıklanabildiğini saptamışlardır.

Doğrusal modeller içinden az parametre ile en iyi uyumu kuadratik model vermiştir. Bu sonuç ilk 32 haftalık yaşam süresi üzerinden büyüme eğrilerini inceleyen Bhadula ve Bhat (12)'in elde ettiği sonuçlarla uyum içindedir. Kuadratik model Kocabaş ve ark. (5)'nin doğrusal modelin yeterli olmadığını bildirdikleri Malya*Akkaraman'lar içinde geçerli olabilir.

Ağırlık-yaş verilerinin sadece dönem ortalamaları üzerinden analizi, bireysel varyasyonları dikkate almadığı için bizi yanıltabilir. Nitekim dönem ortalamaları üzerinden yapılan analizlerde çok yüksek uyum sağlayan doğrusal modellerin, tüm veri seti üzerinden yapılan analizlerde uyum derecelerinin düştüğü görülmüş, ayrıca modelin yeterliliği test edilmiştir.

İrk içi ve ırklar arasında regresyonların homojen olmadıkları saptanmıştır. Analiz sonuçları her ırkta tahmin edilen ve istatistiksel bakımdan yeterli uyumu gösteren regresyon eşitliklerinin o ırkta yer alan tüm bireyler için geçerli olmadığını ortaya koymuştur. Bu sonuç ırk içinde

büyüme bakımından bir homojenlik olmadığını ifade etmektedir. Aynı şekilde iki genotipe ait regresyon eşitliklerinin de birbirinden farklı olduğu yani iki ırkın büyüme eğrilerinin hem eğim hem düzey bakımından farklı olduğunu göstermektedir. Genotip farklılığına ait bu sonuç her iki ırka ait literatür değerleri ile de uyumludur.

Doğrusal olmayan modeller de bazı doğrusal modeller kadar iyi uyum düzeyi vermişlerdir. Özellikle Brody modeli koyunların büyüme eğrilerine çok daha uygundur. Nitekim Jenkins ve Leymaster (18) koyunlarda canlı ağırlık ve vücut kompozisyonunun 48 aylık değişimini Brody modeli ile incelemişlerdir.

Doğrusal olmayan model parametrelerinin ergin yaş canlı ağırlığı ve büyüme hızı gibi biyolojik yorumu önemli olan parametrelere sahip olması bu modellerin bu açıdan kullanımını yaygınlaştırmaktadır (16, 17).

Genel olarak doğrusal olmayan modellerin analizinin zor olduğu dikkate alındığında yüksek düzeyde uyum gösteren doğrusal modellerin kullanımı önerilebilir. Fakat bilgisayar teknolojisi ve buna bağlı olarak istatistik paket programlarındaki gelişim sözkonusu analiz zorluklarını büyük oranda ortadan kaldırmaktadır.

Kaynaklar

1. Ricklefs, R.E. Modification of Growth and development of muscles of Poultry. Poultry Science 1985 64:1563-1576.
2. Akbaş, Y. Büyüme Eğrisi Modellerinin Karşılaştırılması. Hayvansal Üretim Dergisi. 1995 36:73-81.
3. Efe, E. Büyüme Eğrileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Zootečni Ana Bilim Dalı. Doktora Tezi. Adana. 1990.
4. Akbaş, Y. Büyüme Eğrisi Parametreleri ve İslah Kriteri Olarak Kullanımı Olanakları. E.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi 1996 33(1):241-248.
5. Kocabaş, Z.; Kesici, T.; Eliçin, A. Akkaraman, İvesi*Akkaraman ve Malya*Akkaraman Kuzularında Büyüme Eğrisi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science 1997 21(3):267-275.
6. Sönmez, R.; Alpbaz, A.G.; Sarıcan, C. Kıvırcık ve Kıvırcık*Doğu Friz Melezlerinde Gelişme Üzerinde Mukayeseli Bir Araştırma. E.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi 1970 7(1):31-41.
7. Gönül, T. Tömek, Ö.Sarıcan, C. Kızılay, E. Saf Dağlıç ve Dağlıç*Sakız melezi erkek kuzuların besi özellikleri üzerinde araştırmalar. E.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi 1972 9(2):1-14.
8. Gönül, T. Kasaplık kuzu üretimi için Dağlıç koyunları üzerinde melezleme denemeleri. IV.Bilim Kongresi 1973, Ankara.
9. Yalçın, B.C.; Ayabakan, Ş.; Köseoğlu, H.; Sincer, N. Dağlıç koyunlarının Verim özelliklerinin geliştirilmesinde Rambouillet ırkından yararlanma olanakları. I. Dölverimi, kuzu yaşama gücü ve büyüme hızı. İstanbul Üniv.Vet.Fak.Dergisi 1977 3(1-2):1-21.
10. Sönmez, R.; Alpbaz, A.G.; Sarıcan, C.; Kızılay, E. Kıvırcık Koyunlarında Kimi Verimlerin Saf Yetiştirme ve Melezleme Yolu ile İslahı. E.Ü.Ziraat Fakültesi Yayın No:394, 1980 Bornova, İzmir.
11. Türkmüt, L. Dağlıç koyunlarında önemli verim özelliklerinin genetik ıslahı olanakları. E.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi 1984 21(3):181-201.
12. Bhadula, S.K.; Bhat, P.N. Note on Growth curve in Sheep. Indian Journal of Animal Science 1980 50(1):1001-1003.
13. Mukundan, G.; Khan, B.U.; Bhat, P.B. Note on Growth Curve in Malabari Goad and Saanen Half-breds. Indian Journal of Animal Science 1982 52(11):1112-1113.
14. Moore, A.J. A mathematical equation for animal growth from embryo to adult. Animal Production 1985 40(3):441-453.
15. Salah, B.S.; Bamaeil, S.M.; Mogawer, H.H. Growth Curve in Aardi Goat. Arab-Gulf Journal of Scientific Research Agriculture and Biological Science 1988 6(3):369-376.
16. Nasholm, A. Mature weight of ewe as a trait in sheep breeding. Proc.of the 4th World Congress on Genetics Applied to Lives. Prod. Edinburgh, 1990 XV: 88-91
17. Nasholm, A.; Danell, O. Growth and mature weight of Swedish finewool Landrace ewes.1 growth curve and estimation of individual mature weights. Animal Breeding Abstracts 1990 58:7301.
18. Jenkins, T.G.; Leymaster, K.A. Estimating of maturing rates and masses at maturity for body components of sheep. Journal of Animal Science 1993 71(11):2952-2957.
19. Akçapınar, H. Dağlıç, Akkaraman ve Kıvırcık kuzularının farklı kesim ağırlıklarında besi performansı ve karkas özelliklerinin karşılaştırılması. Ankara Üniv. Veteriner Fakültesi Zootečni Bölümü, 1978, Ankara.
20. Düzgüneş, O.; Kesici T.; Kavuncu, O.; Gürbüz, F. Araştırma ve Deneme Moetotları (İstatistik Metotları II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ders Kitabı: 295, 1987, Ankara.
21. SPSS, SPSS for Windows Release 6.0. 1994, SPSS Inc.