

Beşinci Hafta Canlı Ağırlığı Yönünde Seleksiyon Yapılmış Japon Bildircini Hattında Büyümenin Tek ve Çok Aşamalı Analizi

Handan ÇAMDEVİREN

Mersin Üniv., Tıp Fak., Temel Tıp Bilimleri ABD, Biyoistatistik Bölümü, Mersin - TÜRKİYE

Bahar TAŞDELEN

Ankara Üniv., Ziraat Fak., Zootekni Bölümü, Biyometri ve Genetik ABD, Ankara - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 11.01.2000

Özet: Bu çalışmada, japon bildircininin (*Coturnix japonica*) ağırlıkça büyümesini tanımlamada tek, iki ve üç aşamalı logistik büyüme fonksiyonları kullanılmıştır. Erkek ve dişi japon bildircinlerinde, iki aşamalı büyüme eğrisinin tahminlerinin; hata varyansı, otokorelasyon ve belirleme katsayısı bakımından en iyi tahminler olduğu görülmüştür. Buna ilaveten, büyüme eğrilerinin tanımlanması amacıyla, tek aşamalı ve iki aşamalı büyüme fonksiyonları aralarındaki ilişkiler bakımından birbiriyle karşılaştırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Büyüme eğrisi, logistik fonksiyon, çok aşamalı büyüme fonksiyonları, japon bildircini

Mono and Multiphasic Analysis of Growth Curves Selected of a Japanese Quail Line at 5-Week's Body Weight

Abstract: In this research, monophasic, diphasic and triphasic logistic growth curve functions used to introduce the growing of the body weight in Japanese quail (*Coturnix japonica*) are presented. In male and female Japanese quail, the diphasic growth curve fits better than the other growth curves because of residual variance, autocorrelation and determination coefficients. In addition, the diphasic growth function is compared with the monophasic growth function to study the relationship between these two approaches for describing growth curves.

Key Words: Growth curve, logistic function, multiphasic growth functions, Japanese quail

Giriş

Canlıların yaşam periyodu süresince; canlı ağırlığında ve vücudunun çeşitli parçalarında, genotip ve çevre faktörlerinin etkisiyle meydana gelen değişimler, büyüme olarak tanımlanır. Zamana bağlı olarak büyümede meydana gelen değişimler büyüme eğrileri (growth curve) ile açıklanabilir.

Sadece belirli zamanlarda ölçüm yapılmış olsa bile, bir canlının doğumundan ölümüne kadar geçen sürede vücut ölçülerindeki değişiklik süreklilik göstermektedir. Canlıların vücut ölçülerindeki değişimi tanımlamak amacıyla kullanılan fonksiyon yardımıyla yapılan tahmin değerleri gerçek değerlerinden seri olarak sapabilir. Bu sapmalar sistematik sapmalar olarak adlandırılır ve gözlemler arasındaki otokorelasyonun bir sonucu olarak düşünülebilir. Bu gibi durumlarda yapılan tahminler, gerçek değişimin oldukça üstünde veya altında olabilir.

Tahminlerdeki isabet derecesi (belirleme katsayısı) büyük bir değer olsa bile kullanılan modelin yanlış olduğu sonucu ortaya çıkar. Eğer bazı gözlem değerleri belirli noktalarda sapmalar gösteriyorsa, bu sapmalar tesadüfi sapma (stochastic) olarak adlandırılır ve kısa süreli düzensizliklerin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Sapmaların tesadüfi olması durumunda seçilen modelden şüphe edilmemelidir (1).

Hayvanlarda, doğumdan ölümüne kadar meydana gelen büyümeyi tanımlamak için kullanılan büyüme fonksiyonlarının çoğu tek aşamalıdır (monophasic veya singlephasic). Ancak, bazı hayvanlarda büyüme farklı evrelerden yani ardışık S şeklindeki periyotlardan oluşabilmektedir. Büyümenin farklı evrelerden oluşmasına; mevsimsel dalgalanmalar gibi dış faktörler ve vücut bileşenlerinin büyüme oranlarında görülen farklılıklar gibi iç faktörler sebep olmaktadır. Böyle bir

durumda maksimuma ulaşan büyüme oranı sayısı birden fazla olur. Bu durumda büyümeyi tanımlamada tek aşamalı fonksiyonun kullanılması ardışık sapmalara neden olabilir. Sapmaları ortadan kaldırmak ve daha iyi tahminler yapabilmek için çok aşamalı büyüme fonksiyonları tercih edilmelidir. Ayrıca bazı durumlarda, ağırlık bakımından yapılan bir seleksiyon çalışmasında zıt (antagonistic) seleksiyon gerekli olabilir. Bu nedenle büyümeyi farklı evrelerde inceleme ihtiyacı ortaya çıkar. Ancak çok aşamalı (multiphasic) büyüme fonksiyonlarının yaygın bir şekilde kullanılmamasının nedeni, bu fonksiyonların, karmaşık işlemler gerektirmesi ve yaşam süresine bağlı olarak bir hayvandan çok sık ölçüm yapılamamasıdır (2).

Ekonomik üretimi yapılan hayvanların çoğunda büyüme S şeklinde olup, genel olarak hazırlık, büyüme (gelişme) ve durgunluk olmak üzere üç evreden oluşmaktadır. Üssel ve S şeklindeki büyümeleri tanımlamada yaygın olarak kullanılan tek aşamalı asimtotik fonksiyonlara Logistik, Gompertz, Von Bertalanffy ve Richards örnek olarak verilebilir. Bu fonksiyonlardan ilk üçü, üç parametrelidir olup, Richards fonksiyonunun (dört parametrelidir) özel bir halidir ve birbirlerinden dönüm noktasının konumu ile ayrılırlar. Bu eğrilerin tahmininde kullanılacak matematiksel fonksiyonlarda yer alan parametreler, genetik faktörler ve çevre faktörlerinin bir sonucu olarak yorumlanmaktadır. Fonksiyonun zamana göre birinci dereceden türevi büyüme oranı olarak adlandırılır ve dönüm noktasında maksimum değerine ulaşır. Böylece, dönüm noktası herhangi bir canlının, vücut parçalarının (organ, boy, ağırlık) en hızlı büyüdüğü noktadaki yaşını verir. Bu fonksiyonlara ilaveten, geliştirilmiş birçok büyüme fonksiyonu da mevcuttur (3).

Çok aşamalı büyüme fonksiyonları, Robertson (4) ve Peil ve Helwin (5) tarafından geliştirilmiştir. Bu fonksiyonlar, ilk olarak k tane evreden oluşan büyüme periyodu için kullanılan k tane tek aşamalı logistik fonksiyonun toplanmasıyla elde edilmiştir. Canlılarda, büyüme genellikle maksimum kazanca kadar artar ve maksimum kazançtan sonra simetrik bir şekilde azalır. Bu simetrik yapıyı en iyi tanımlayan fonksiyon logistik büyüme fonksiyonu olduğu için çok aşamalı fonksiyonlara temel oluşturmaktadır (1). Ancak Hurwitz ve ark. (6) hindilerde büyümeyi çok aşamalı Gompertz eşitliği ile tanımlamanın daha uygun olduğu sonucuna varmışlardır. Çok aşamalı büyüme fonksiyonları ilk olarak insan

büyümesini tanımlamada kullanılmış, daha sonra ise fare, hindi, tavuk, broiler, domuz ve bildircın büyümesinde uygulanmıştır (1, 7-10).

Bu çalışmada, yetiştiricilere japon bildircını büyümesini daha iyi tanımlama olanakları araştırılmış ve bu amaçla tek aşamalı ve çok aşamalı logistik büyüme fonksiyonlarının kullanılabilirliği tartışılmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışma, A.Ü.Z.F. Zootehni Bölümü Bildircın Yetiştiriciliği Ünitesi'ndeki Avrupa orijinli japon bildircını hattında yürütülmüştür. Araştırmada, 5. hafta canlı ağırlık artışı yönünde 15 generasyon seleksiyon yapılan bildircınlar kullanılmıştır. Başlangıçta, seleksiyon gurubundan 60 civciv tartılmış, kanat numarası takılmış ve otomatik ısıtmalı ana makinasında yetiştirilmiştir. Erkek ve dişi civcivlerin cinsiyet tayinleri 5. haftada tüy renginden yararlanılarak yapılmıştır. Deneme boyunca meydana gelen ölümlerden dolayı 20 adet erkek ve 20 adet dişi olmak üzere toplam 40 adet bildircına ait veriler kullanılmıştır. Denemede, bildircınlar %24,5 protein ve 300 metabolik enerjili yemle *ad-libitum* olarak beslenmişlerdir. Denemenin yürütüldüğü odada sıcaklık ortalama 30°C olacak şekilde ayarlanmış ve tam gün ışıklandırma uygulanmıştır. Ağırlık tartımları, 0,01 duyarlılıkta elektronik terazi ile çıkıştan (0.gün) itibaren 3'er günlük aralıklarla 78. güne kadar yapılmıştır.

Metot

Çalışmada, çıkıştan 78. güne kadar 3'er günlük aralıklarla tespit edilen canlı ağırlık değerlerinin ortalamalarını (Y_t), yaşın (t) bir fonksiyonu olarak ifade eden, tek ve çok aşamalı logistik büyüme fonksiyonları kullanılmıştır. Tek aşamalı logistik fonksiyon aşağıdaki eşitlik yardımıyla tanımlanır.

$$Y_t = A / [1 + \exp(-B(t-c))] + e \quad (1)$$

(1) numaralı eşitlik hiperbolik tanjant fonksiyonu (tanh) kullanılarak aşağıdaki şekilde yeniden yazılabilir.

$$Y_t = a [1 + \tanh(b(t-c))] + e \quad (2)$$

Burada;

Y_t, bildircının t yaşındaki ölçülen ağırlığını ve tanh, hiperbolik tanjant fonksiyonunu göstermektedir. Hiperbolik tanjant fonksiyonu simetriklik özelliği gösterdiğinden, simetrik yapıda olan ağırlık kazancı

daha iyi tanımlamaktadır. (2) numaralı modelde yer alan a, b ve c katsayıları ağırlıkça büyümenin farklı yönlerini açıklayan model parametreleri olup aşağıdaki gibi tanımlanır;

a, asimtotik ağırlığın veya ergenlik dönemindeki ağırlığın yarısıdır ($a=0,5A$ ve A : üst asimtotik ağırlık)

b, büyüme oranı olup $1/yaş$ ($yaş-1$) olarak ifade edilir ($b=2B$)

c, dönüm noktasındaki (maksimum ağırlık kazancındaki) yaş ve

e, modelin hatasıdır.

Çok aşamalı logistik fonksiyon, tek aşamalı logistik fonksiyonların toplamı şeklinde ifade edilir. Bu fonksiyona ilişkin eşitlik;

$$Y_t = \sum_{i=1}^k [a_i(1+\tanh(b_i(t-c_i)))]+e_i \quad (3)$$

Bu eşitliklerde yer alan;

k : Toplam büyüme periyodundaki evre sayısını, a_i , b_i ve c_i ise yukarıda yapılan tanımların i. evredeki durumlarını göstermekte olup model parametreleri olarak bilinir. Çok aşamalı fonksiyonlarda, a_i , i. evredeki asimtotik ağırlığın veya ergenlik dönemindeki ağırlığın yarısıdır. Tek aşamalı fonksiyondaki büyüme oranı (b), yaklaşık olarak çok aşamalı fonksiyonda her bir aşamada hesaplanan büyüme oranlarının (b_i ; $i=1,2,\dots,k$) terslerinin toplamının tersi yani b_i ' lerin harmonik toplamına eşittir. Ayrıca tek aşamalı fonksiyonda dönüm noktasındaki yaş (c), çok aşamalı fonksiyonda her bir evrede tahmin edilen dönüm noktasındaki yaşların (c_i) ağırlıklı ortalamasına (a_i ' ler ağırlık katsayıları) eşittir.

Kullanılan büyüme modellerinin uyum iyiliğine karar verirken, hata varyansı (S_e^2), doğrusal olmayan belirleme katsayısı (R^2) ve Durbin-Watson istatistiği (D) kullanılmaktadır (2). Hata varyansı küçük, belirleme katsayısı yüksek ve otokorelasyonsuz hata terimleri içeren model tercih edilmektedir.

$a=0,05$ yanılma olasılığında hesaplanan D istatistiğinin, tablodaki alt ve üst sınır değerleri sırasıyla; tek aşamalı fonksiyon için $D_L=1,32$ ve $D_U=1,47$, iki aşamalı fonksiyon için $D_L=1,24$ ve $D_U=1,56$ ve üç aşamalı fonksiyon için ise $D_L=1,16$ ve $D_U=1,65$ olarak tespit edilmiştir (11).

Modellerde yer alan katsayıların tahmininde iteratif metotlardan Rosenbrock ve Quasi-Newton metodu kullanılmıştır. Tahminlerde yakınsamanın ölçüsü olarak Wald tarafından tanımlanan kayıp fonksiyonu;

$$L = (\text{gözlenen-beklenen})^2 \quad (4)$$

eşitliğinden hesaplanmış ve minimum olduğu durumlardaki tahmin değerleri kullanılmıştır. Parametre tahmininde yakınsama kriteri (convergence criteria) 0,0001 olarak alınmıştır (12).

Büyüme eğrileri, her cinsiyette ve her ölçüm periyodunda 20 bildircına ait ortalama değerler kullanılarak bulunmuştur. Hesaplamalarda Statistica for Windows (sür. 5) istatistik paket programı kullanılmıştır.

Bulgular

İlk olarak, büyümedeki uygun evre sayısını belirlemek amacıyla sırasıyla $k = 1, 2, 3$ aşamalı logistik fonksiyonlar kullanılarak tahminler yapılmıştır. Uygun model ve aşama sayısını belirlemede; hata varyansı, hataların dağılımı, belirleme katsayısı, D-Watson istatistiği dikkate alınmıştır. Bu amaçla, belirlenen her bir aşamada yapılan tahminlerdeki hata değerlerine ilişkin tanıttıcı istatistikler ve uyum iyiliği istatistikleri Tablo 1' de topluca verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde erkeklerde en küçük hata varyansı (5,329), iki aşamalı logistik fonksiyondan elde edilmiştir. Ayrıca hataların eğiklik ve diklik katsayıları incelendiğinde sırasıyla normal dağılımda olması gereken 0 ve 3 değerlerine oldukça yakın bulunmuştur. Bu sonuç hataların dağılımının normal olduğunun bir göstergesidir. Diğer taraftan tahminlerdeki isabet derecesi veya belirleme katsayısı ($R^2 = \% 99,867$) tek ve üç aşamalı fonksiyonlarda bulunan değerinden daha yüksek çıkmıştır. Bu durum iki aşamalı fonksiyonun uyum iyiliğinin daha iyi olduğunun bir başka göstergesidir.

İki aşamalı fonksiyonlar kullanılarak tahmin edilen D istatistiğinin, tabloda $\alpha=0,05$ yanılma olasılığındaki alt sınır değeri $D_L=1,24$ ve üst sınır değeri $D_U=1,56$ dır. Bu durum hatalar arasında pozitif bir otokorelasyonun olduğunu ($D < DL$) göstermektedir. Buna karşılık, belirlenen güven sınırlarına, tek ve üç aşamalı fonksiyonlardaki değerinden daha yakın olması (bu iki fonksiyonda pozitif otokorelasyon daha yüksek bulunmuştur) iki aşamalı fonksiyondaki otokorelasyonun, bir miktarda olsa modelden elemine edildiğini göstermektedir.

Cinsiyet	Erkek			Dişi		
	I	II	III	I	II	III
Evre (aşama) sayısı						
Serbestlik derecesi	24	21	18	24	21	18
Hata varyansı	8,169	5,329	8,016	9,499	3,244	0,908
Standart hata	0,550	0,444	0,545	0,593	0,347	0,183
Maksimum hata	-7,169	-7,014	-6,998	-5,239	-5,520	-1,741
Minimum hata	4,277	4,361	4,086	6,825	3,311	1,966
Eğiklik katsayısı	-0,805	-1,447	-0,756	0,229	-0,849	-0,060
Eğiklik standart hatası	0,448	0,448	0,448	0,448	0,448	0,448
Diklik katsayısı	0,237	4,074	0,172	-0,511	2,524	-0,623
Diklik standart hatası	0,872	0,872	0,872	0,872	0,872	0,872
Ortalama hata	-0,206	-0,005	-0,136	-0,042	0,000	-0,025
R2 (%)	99,795	99,867	99,799	99,847	99,948	99,985
D. istatistiği	0,625	0,777	0,646	0,666	1,314	2,25
Güven aralığı						
Alt sınır	-1,337	-0,918	-1,256	-1,261	-0,712	-0,402
Üst sınır	0,925	0,908	0,984	1,178	0,712	0,352

Tablo 1. Tek, iki ve üç aşamalı logistik fonksiyonlar yardımıyla yapılan tahminlerdeki hata değerlerine ilişkin tanıtıcı ve uyum iyiliği istatistikleri.

Dişilerin ağırlıkça büyümesini tahminde kullanılan tek, iki ve üç aşamalı logistik fonksiyonlardan elde edilen tahminlere ait hatalar incelendiğinde, genel anlamda iki aşamalı fonksiyonun daha uygun sonuçlar verdiği görülmektedir. Erkeklerde olduğu gibi iki aşamalı fonksiyonun hata varyansı tek aşamalıdan daha küçük (3,244), tahminlerdeki isabet derecesi daha yüksek ($R^2 = \%99,948$) ve hatalar arasındaki otokorelasyon ise $D.W. = 1,314$ olup önemsiz bulunmuştur ($1,24 < 1,314 < 1,56$). Tek ve üç aşamalı fonksiyonlar yardımıyla yapılan tahminlerdeki hatalar arasında ise sırasıyla pozitif ve negatif otokorelasyon mevcuttur. Bu sonuçlara göre gerek erkeklerde gerekse dişilerde ağırlıkça büyümeyi tek aşamalı logistik fonksiyon yerine iki aşamalı logistik fonksiyonla tahmin etmenin daha uygun sonuçlar vereceği görülmektedir.

Şekil 1 ve Şekil 2' de erkek ve dişi bildircınlarına ait gözlenen ve tek ve iki aşamalı logistik fonksiyonlar yardımıyla yapılan tahminlerin yaşa karşı değişimleri görülmektedir.

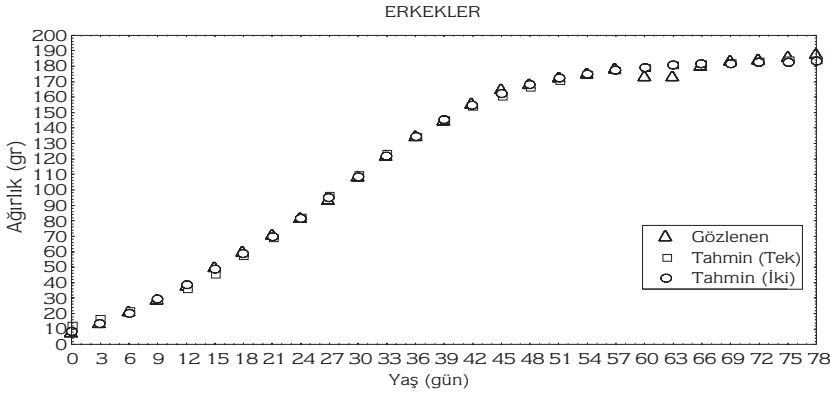
Şekil 3' te ise erkek ve dişilerde tek ve iki aşamalı fonksiyonlardan yararlanarak yapılan ağırlık tahminlerine ait hata değerlerinin ortalama etrafında dağılımı görülmektedir. Bu grafik incelendiği zaman, gerek dişilerde gerekse erkeklerde iki aşamalı tahminlere ait hataların sıfır değerine daha yakın, bir başka deyişle hataların ortalamasının daha küçük olduğu söylenebilir.

(2) ve (3) nolu fonksiyonlarda yer alan parametrelerin tahminleri ve standart hataları Tablo 2 ve Tablo 3' de görülmektedir.

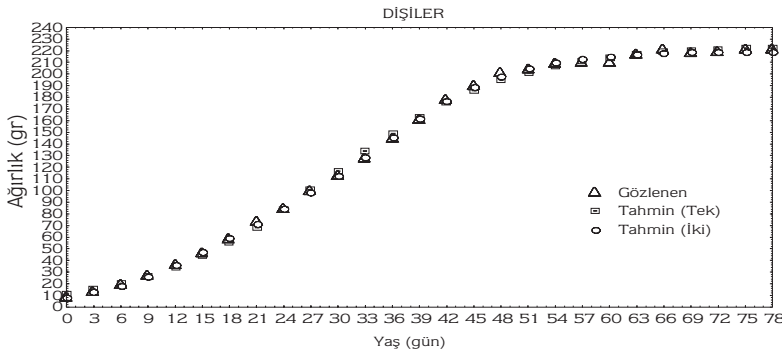
Tartışma

Bilindiği üzere büyümenin farklı dönemlerinde, bildircınlar farklı çevre koşullarına maruz kalmakta veya farklı yaşlarda vücut parçalarındaki gelişme oranları değişebilmektedir. Örneğin bildircınlarda cinsiyet ayrımı üçüncü haftadan itibaren gerçekleşmektedir. Bu haftaya kadar dişi ve erkeklerin ağırlıkça büyümeleri hemen hemen aynıdır. Bu haftadan sonra dişilerdeki gelişme hızı erkeklerden farklı olup daha hızlı ve daha fazla ağırlık kazanır. Ayrıca dişilerde 35. - 50. günler arası yumurtlama dönemi olup gelişmelerinde farklılıklar meydana gelmektedir (13). Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, büyümeyi tek aşamalı yerine çok aşamalı fonksiyon ile tanımlamanın daha başarılı olduğu görülmektedir. Tahminler daha uygun ve sistematik sapmalar daha düşüktür. Ayrıca çalışmada bireysel ölçümler yerine ortalama değerlerin kullanılmasının nedeni ise farklı evrelerin daha açık şekilde görülmesini sağlamaktır (1).

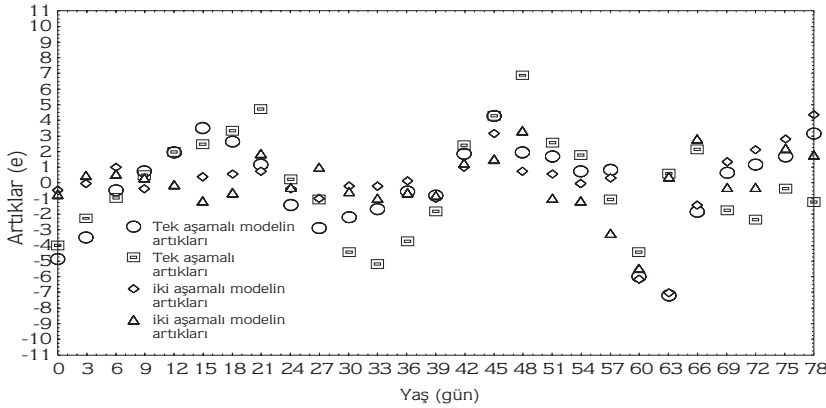
Tablo 2' de tek aşamalı logistik fonksiyon sonuçlarına göre üst asimtotik ağırlığın (maksimum canlı ağırlığın) yarısının tahmini (a) ve bu tahmine ait hata varyansı, dişilerde (112,048 g) erkeklerden (92,448 g) daha



Şekil 1. Erkek japon bildircinlarında ortalama ağırlıkların yaşa göre dağılımı ve tek (Tahmin (Tek)) ve iki aşamalı (Tahmin (İki)) logistik fonksiyonlarla tahmini.



Şekil 2. Dişi japon bildircinlarında ortalama ağırlıkların yaşa göre dağılımı ve tek (Tahmin (Tek)) ve iki aşamalı (Tahmin (İki)) logistik fonksiyonlarla tahmini.



Şekil 3. Erkek ve dişilerde, ağırlık tahmininde kullanılan tek ve iki aşamalı modellerin artık değerlerinin dağılımı.

yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde ağırlık artışındaki azalmanın başladığı dönüm noktasındaki yaş dişilerde daha yüksektir. Yani, dişiler yaklaşık 29 günlük, erkekler ise yaklaşık 26 günlük iken ağırlık artışı azalmaktadır. Buna karşılık erkeklerde büyüme oranı ($b=0,050$) dişilerdeki büyüme oranından ($b=0,049$) biraz daha yüksek bulunmuştur.

Yapılan hesaplamalar sonucunda, büyüme iki ardışık S şeklinde evre halinde düşünülerek uygulanan iki aşamalı logistik fonksiyona ait katsayılar ve standart hatalarının

tahminleri Tablo 3'de yer almaktadır. Erkeklerde birinci evrede üst asimtotik ağırlığın tahmini yaklaşık 149 g ($74,593 \times 2$) dir. Bu değer ise yaklaşık 40 günlük iken elde edilmektedir. Bu durumda birinci evre, yumurtadan çıkış ile 40. gün arası olarak düşünülebilir ve büyüme (0-3 hafta arası) ve gelişme dönemi (3-6 hafta arası) olarak adlandırılabilir. Bu evrede maksimum ağırlık artışının elde edildiği yaş ise yaklaşık 30 gündür. Erkek bildircinlarda büyüme dönemindeki büyüme oranı ise 0.06 olarak tahmin edilmiştir. İkinci evrede üst asimtotik ağırlık

Tablo 2. Erkek ve dişilerde ortalama ağırlık değerleri kullanılarak tahmin edilen tek aşamalı logistik büyüme fonksiyonuna ilişkin sonuçlar.

Parametre	Erkek				Dişi			
	Tahmin	St. Hata	$t_{(24)}$	P	Tahmin	St. hata	$t_{(24)}$	p
A	92,448	0,578	160,02	0,000***	112,048	0,7788	143,87	0,000***
B	0,050	0,001	44,75	0,000***	0,049	0,0012	41,67	0,000***
C	26,125	0,259	100,96	0,000***	29,169	0,2881	101,23	0,000***

** p < 0,01 ; *** p < 0,001 ; St. Hata: Katsayının standart hatası ; $t_{(24)}$: 24 serbestlik dereceli t değeri

Tablo 3. Erkek ve dişilerde ortalama ağırlık değerleri kullanılarak tahmin edilen iki aşamalı logistik büyüme fonksiyonuna ilişkin sonuçlar.

Parametre	Erkek				Dişi			
	Tahmin	St. Hata	$t_{(21)}$	P	Tahmin	St. hata	$t_{(21)}$	p
a_1	74,593	14,884	5,01	0,000***	72,303	68,263	1,06	0,302
b_1	0,060	0,009	6,697	0,000***	0,072	0,038	1,90	0,071
c_1	30,053	3,083	9,746	0,000***	35,876	9,984	3,59	0,002**
a_2	16,996	14,281	1,190	0,247	37,518	66,272	0,56	0,577
b_2	0,115	0,065	1,768	0,092	0,079	0,068	1,16	0,259
c_2	8,322	3,305	2,518	0,019*	13,929	16,107	0,86	0,397

* p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001 ; St. Hata: Katsayının standart hatası ; $t_{(21)}$: 21 serbestlik dereceli t değeri

yaklaşık 34 g (16,996x2) olarak tahmin edilmiş ve bu ağırlık değerine 69 ile 79. günler arasında ulaşılmıştır. Bu dönemde maksimum ağırlık kazancının sağlandığı dönüm noktasındaki yaş 38,375 (30,053+8,322) gündür. Belirlenen bu evre olgunlaşma dönemi olarak adlandırılır ve bu evredeki büyüme oranı ise 0,115 olup birinci evreden daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 3'de, dişilerde ağırlıkça büyümeyi tanımlamada kullanılan iki aşamalı fonksiyona ait katsayılar incelendiğinde, birinci evredeki üst asimtot ağırlığı yaklaşık 145 g. (72,303x2), maksimum büyüme oranına ulaştığı noktadaki yaş ise yaklaşık 36 gün olarak tahmin edilmiştir. Bu sonuç dişilerde belirlenen birinci evrenin, yumurtadan çıkış ile 40. günler arasındaki büyüme ve gelişme dönemi olduğunu göstermektedir. Bu evrede büyüme oranı 0,072 olarak hesaplanmıştır. Birinci evreden elde edilen parametre tahminleri bakımından dişilerle erkekler karşılaştırıldığında üst asimtotik ağırlığın erkeklerde biraz daha yüksek (4 g) olduğu, maksimum ağırlık artışının elde edildiği yaş ve büyüme oranının ise dişilerde biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu

sonuçlara göre, büyüme ve gelişme döneminde ağırlık bakımından dişilerin erkeklerden biraz daha hafif bulunmuştur. Ancak dişilerde ağırlık artışı daha ileri yaşlara kadar devam etmektedir. Dişiler için belirlenen olgunlaşma dönemine (ikinci evre) ait katsayılar incelendiğinde üst asimtottaki ağırlığın yaklaşık 75 g (37,518x2), maksimum ağırlık artışının sağlandığı yaşın 50 gün (35,876+13,929) ve büyüme oranının ise 0,079 olduğu tespit edilmiştir. Bu dönemde, dişiler yaklaşık 75 günlük iken üst asimtotik ağırlığa ulaşmıştır. Ayrıca büyüme oranı birinci evreden biraz daha yüksek bulunmuştur. Bu evrede elde edilen sonuçlar bakımından dişilerle erkekler karşılaştırıldığında ise, dişilerdeki üst asimtotik ağırlık erkeklerin üst asimtotik ağırlığının 2 katından daha fazla bulunmuştur. Bu sonuç, olgunlaşma döneminde dişi bildircınların erkeklerden daha ağır olduğunu göstermektedir. Buna ilaveten ağırlık artışının dişilerde daha geç yaşlara kadar sürdüğü, ancak büyüme oranının erkeklerden daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Tek ve iki aşamalı fonksiyonlara ait katsayıları karşılaştırmak da mümkündür. Tek aşamalı fonksiyonda

erkekler için üst asimtotik ağırlık 92,448 g. olup, iki aşamalı fonksiyondaki üst asimtotik ağırlık değeri olan 91,589 g.' dan biraz daha yüksek bulunmuştur. Dişilerde ise bu değer tek aşamalı fonksiyonda 112,048 g. olup, iki aşamalı fonksiyon yardımıyla elde edilen tahmin değerinden (109,82 g) yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde erkeklerin asimtotik ağırlığa daha erken yaşta ulaştığı söylenebilir. Erkeklerde tek ve iki aşamalı fonksiyonlardaki büyüme oranları sırasıyla 0,05 ve 0,078' dir. Dişilerde ise tek aşamalı fonksiyonda 0,049, iki aşamalı fonksiyonda 0,075 dir. Her iki sonuçta da iki aşamalı fonksiyon yardımıyla tahmin edilen büyüme oranı daha yüksek bulunmuştur. Erkeklerde tek aşamalı fonksiyon yardımıyla elde edilen dönüm noktasındaki yaş

26,125 gün, iki aşamalı fonksiyondan elde edilen ise 26,02 gün, dişilerde ise tek ve iki aşamalı fonksiyonlarda dönüm noktasındaki yaş sırasıyla 29,169 ve 28,37 gün olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, erkek ve dişilerde dönüm noktasındaki yaş bakımından tek aşamalı ve iki aşamalı fonksiyonların tahminleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Bulunan sonuçlar genel olarak tartışılacak olursa, büyümenin farklı evrelere bölünerek incelenmesi durumunda farklı büyüme dönemleri hakkında daha ayrıntılı bilgi edinilebildiği ve tahminlerdeki sapmaların minimuma indiği söylenebilir. Ancak sonuçların genelleştirilebilmesi için ağırlık değerlerinin daha uzun bir yaşam periyodunda ölçülmesi gerekir.

Kaynaklar

1. Koops, W. J.: Multiphasic Growth Curve Analysis. Growth. 1986: 50: 169-177.
2. Koops, W. J., Grossman, M., Mighalska, E.: Multiphasic Growth Curve Analysis in Mice. Growth. 1987: 51: 372-382.
3. Ricklefs, R. E.: A Graphical Method of Fitting Equations to Growth Curves. Ecology. 1967: 48(6): 978-983.
4. Robertson, T. B.: The Chemical Basis of Growth, Senescence. Monographs of Experimental Biology. J.B. Lippincott Cie., Philadelphia. 1923.
5. Peil J., Helwin H.: A phenomenologic-mathematical model of growth dynamics. Biom. J., 1981: 23: 41-54.
6. Hurwitz S., Talpaz, H., Bartov, I., Plevnik, I.: Characterization of Growth and Development of Male British United Turkeys. Poultry Sci. 1981: 70: 2419-2424.
7. Kwakkel, R. P., Ducro, B. J., Koops, W. J.: Multiphasic Analysis of Growth of the Body and Its Chemical Components in White Leghorn Pullets. Poultry Sci. 1993: 72: 1421-1432.
8. Sorensen, P., Ducro, B. J.: Age-Related and Proportional Aspects of Growth in Broilers. 7th-9th June, OECD-Workshops. 1994: 31-34.
9. Kwakkel, R. P., Hof, G., Zandstra, T., Ducro, B. J.: Diphasic Allometric Growth of Some Skeletal Bones and the Digestive Tract in White Leghorn Pullets Consuming ad-libitum and Restricted Diets. Poultry Sci. 1998: 77: 826-883.
10. Aggrey, S. E., Nichols, C. R., Cheng, K. M.: Multiphasic Analysis of Egg Production in Japanese Quail. Poultry Sci. 1993: 72: 2185-2192.
11. Neter, J., Wasserman, W., Kutner, M. H.: Applied Linear Statistical Models. Third Edition, IRWIN, USA. 1990.
12. Seber, G. A. F., Wild, C. J.: Nonlinear Regression. John Wiley and Sons. 1988.
13. Koçak, Ç.: Bildircin Üretimi. Ege Zootekni Derneği yayınları, No:1, Bilgehan basımevi, Bornova-İzmir. 1985.