

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Kınalı Kekliklerde Yumurta Veriminin Bazı Doğrusal Olmayan Modellerle İncelenmesi

Turgay ŞENGÜL¹, Şenol ÇELİK^{1*}, Hakan İNCİ¹, Bünyamin SÖĞÜT¹,
Ahmet Yusuf ŞENGÜL¹

¹Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Bingöl, Türkiye
*e-posta: senolcelik@bingol.edu.tr

Özet: Bu çalışmada, kınalı kekliklerin (*Alectoris chukar*) 5 aylık dönemdeki yumurta verimi farklı doğrusal olmayan modeller ile analiz edilmiştir. Kekliklerde yumurta verimini tanımlamak için Gamma, McNally, Modified Compartmental ve Adams-Bell modelleri kullanılmıştır. Modelleri karşılaştırmada Pseudo belirlenme katsayısı (Pseudo-R²), Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Bayesci Bilgi Kriteri (BIC) kullanılmıştır. Gamma, McNally, Modified Compartmental ve Adams-Bell modellerinde Pseudo-R² değerleri sırasıyla 0.9994, 0.9995, 0.9972 ve 0.9855 olarak bulunmuştur. Bu modellere göre AIC ve BIC değerleri sırasıyla; 43.810, 49.810; 42.051, 49.051; 77.057, 87.057 ve 112.597, 122.597 olarak saptanmıştır. McNally modelinin kekliklerde yumurta verimini tanımlayan en iyi model olduğu, Adams-Bell modelinin ise en az tanımlayan model olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Doğrusal olmayan modeller, Keklik, Yumurta verimi

A Study on Egg Yields of Partridge with Non-Linear Models

Abstract: The aim of this study was to investigate the egg yields of partridge with non-linear models in 5 mounts of lying period. Gamma, McNally, Modified Compartmental and Adams-Bell models were used to describe egg yields of partridge. Pseudo-R², Akaike Information Criteria (AIC) and Bias Information Criteria (BIC) were used to compare models. Pseudo-R² values were 0.9994, 0.9995, 0.9972 and 0.9855 for Gamma, McNally, Modified Compartmental and Adams-Bell, respectively. AIC and BIC values of these models were 43.810, 49.810; 42.051, 49.051; 77.057, 87.057 and 112.597, 122.597, respectively. As a result, it could be said that McNally is the best and Adams-Bell model is the least one to describe egg yields of partridges.

Keywords: Nonlinear models, Partridge, Egg production

Giriş

Son yıllarda kapalı şartlarda yetiştirilmeye başlanan kekliklerin yumurta verimi ve canlı ağırlık artışları konusunda çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Kekliklerde özellikle kuluçkalık yumurta üretimi büyük önem taşımakta ve yumurta verimini arttırmak için farklı uygulamalar denenmektedir. Bu amaçla, öncelikle kekliklerde yumurta verimi döneminin incelenmesi ve mevcut verimlerin belirlenmesi önem taşımaktadır.

Gavora ve ark. (1971), yumurta tipi tavuklarda haftalık, 2 haftalık ve aylık yumurta üretimini McMillan modeliyle incelemişlerdir. McMillan (1981), kümes hayvanları yumurta üretimini Compartmental Model ile analiz etmiştir. Gavora ve ark. (1982), cinsel olgunlukta senkronize kuşların yumurta üretimi üzerine Wood, Compartmental ve Post-peak linear olarak 3 modeli araştırmış, en uygun modelin Compartmental olduğunu bildirmişlerdir. Cason ve Britton (1988), tavuklarda yumurta üretimini Compartmental, Logistic ve Adams-Bell modelleriyle incelemişlerdir. Lokhorst (1996), günlük tavuk yumurtası üretimini matematiksel modellerle tahmin etmiştir.

Çetin ve ark. (1997), entansif şartlarda yetiştirilen (yer ve kafes) kekliklerden elde edilen yumurta verimini sırasıyla; 38.40 ve 11.20 adet olarak bildirmişlerdir. Çetin ve ark. (2002), yumurta verimini 1

yaşlı keklüklerde 34.16 ve 2 yaşlı keklüklerde 45.65 adet olarak bildirmişlerdir. Minvielle ve ark. (2000), bildircin yumurtalarında pik verimi döneminde yumurtlama oranını %88-%98 arası bir değer olarak saptamışlardır. Grossman ve Koops (2001), Logistic fonksiyondan türetilen haftalık yumurta üretim eğrisini kullanarak tavuklarda yumurta üretim modelini geliştirmiştir. Özek ve Bahtiyarca (2004), kınalı keklüklerin % yumurta verimlerinin yumurtlama periyodunun 5. haftasına kadar attığını, 5. haftada maksimuma ulaştığını (%39.24), 6. haftadan 9. haftaya kadar azaldığını ve 9. haftadan sonra hızla düştüğünü bildirmişlerdir. Kırıkçı ve ark. (2006), kaya keklüklerinde 30.28-31.50 olduğunu açıklamışlardır.

Aysöndü ve Özbey (2008), entansif şartlarda kafes ve yer sisteminde yetiştirilen Kaya keklüklerinde, yumurta verimi ve yumurtlama oranını (%) sırasıyla; 49.35 ve 49.43 adet, %39.79 ve %39.87 olarak bildirmişlerdir. Farklı barındırma şekilleri yumurta verimini önemli düzeyde etkilememiştir. Şengül ve ark. (2008), keklüklerde cinsel olgunluk yaşının 303-305 gün, pik yumurta veriminin 318-330 gün ve yumurtlama döneminden itibaren 147 günde keklük başına ortalama 30.73-37.17 adet yumurta veriminin sağlandığını bildirmişlerdir. Narinç ve ark. (2013), bildircin yumurtaların pik verimi döneminde oluşan verimi toplam verimin % 94'ü olarak elde etmişlerdir.

Bu çalışmada, kınalı keklüklerin yumurta vermeye başlamasından sonra yumurtlama dönemi sonuna kadar yumurta veriminin doğrusal olmayan modeller ile incelenmesi ve en uygun modelin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırmanın hayvan materyalini, 43 haftalık yaştaki 12 adet kınalı keklük (*Alectoris chukar*) oluşturmuştur. Keklikler yumurtlama periyodu boyunca üzeri tel örgüyle kaplı yer bölmelerinde barındırılmıştır. Yumurta verimleri günlük olarak ve 5 ay süreyle kaydedilmiştir. Haziran ayında kuluçkadan çıkan keklüklerden 304 gün sonra yumurta toplanmaya başlanmıştır. Deneme boyunca keklüklere yem ve su serbest olarak sağlanmıştır. Yumurta ağırlıklarının belirlenmesinde 0.01 g hassasiyetli elektronik terazi kullanılmıştır.

Yöntem

Yumurta verimini daha iyi tanımlamak için kümülatif yumurta verimi değerlendirilmiştir. Kümülatif yumurta verimi için uygun model uydurulmaya çalışılmıştır. Çalışmada Gamma, McNally, Modified Compartmental ve Adams-Bell modelleri kullanılmıştır. Gamma modeli, Wood (1967) tarafından önerilmiştir. McNally modeli, McNally (1971) tarafından ileri sürülmüş ve Gamma modelinin değiştirilmiş versiyonudur. Modified compartmental modeli Yang ve ark. (1989) ve Adams-Bell modeli ise (Adams and Bell, 1980) tarafından geliştirilmiştir. Bu modeller doğrusal olmayan regresyon modelleri olup, Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Yumurta verimi için kullanılan doğrusal olmayan regresyon denklemleri

Model	Denklem
Gamma	$y_t = at^b e^{-ct}$
McNally	$y_t = at^b e^{(-ct+dt^{0.5})}$
Modified Compartmental	$y_t = \frac{pe^{-ft}}{1 + e^{-g(t-h)}}$
Adams-Bell	$y_t = \frac{1}{0.01 + im^{t-j}} - k(t-1)$

y_t : t haftalık dönemde keklük-gün yumurta üretim yüzdesi, a: En yüksek verime artış oranı, c: En yüksek verimden azalış oranı, d: Zaman değişkeninin kareköküyle orantılıdır, p: En yüksek yumurta veriminin asimptotik değeri, f: Yumurtlamada azalış oranı, g: Cinsel olgunluğa kadar geçen zaman, h: İlk haftada oluşan ortalama yumurta sayısıdır. i, j, k, l ve m parametreleri sabit olarak değerlendirilir.

En uygun modeli belirlemek için modelleri karşılaştırmada Pseudo belirleme katsayısı (R^2), Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Bayesci Bilgi Kriteri (BIC) kullanılmıştır. Pseudo- R^2 değeri,

$$\text{Pseudo-}R^2 = 1 - \frac{\text{SSE}}{\text{SST}_C}$$

olarak hesaplanır (Narinç ve ark. 2013). Burada SSE: Hata kareler toplamı, SST_C : Düzeltilmiş genel kareler toplamıdır. AIC istatistiği

$$\text{AIC} = n \ln(\hat{\sigma}^2) + 2k$$

olarak (Akaike 1974) ve BIC istatistiği,

$$\text{BIC} = n \ln(\hat{\sigma}^2) + k \ln n$$

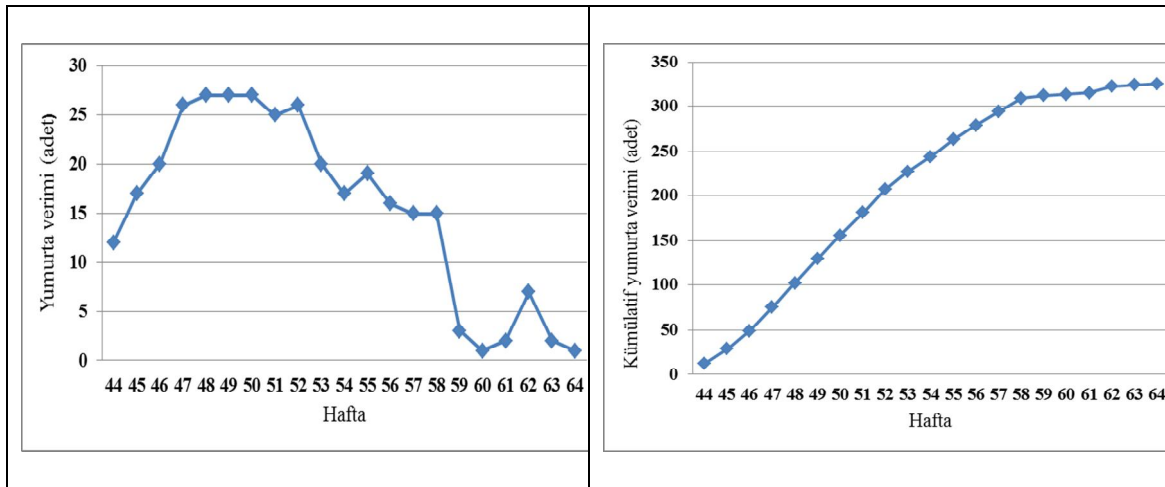
şeklinde hesaplanır (Schwarz 1978; Priestley 1981). Burada, n: Gözlem sayısı, k: Parametre sayısıdır.

Bulgular ve Tartışma

Kekliklerin Mayıs-Eylül ayları arasındaki dönemde (yaklaşık 5 ay) haftalara göre yumurta verimi Şekil 1 ve Çizelge 2’de verilmiştir. Burada kekliklerin kuluçkadan çıkıştan itibaren 304 gün geçtikten yumurta üretiminin başladığı, ilk 13 haftada yüksek yumurta veriminin olduğu ve daha sonraki dönemde ise yumurta veriminin düştüğü saptanmıştır. Şekil 1’de görüldüğü gibi kekliklerde ilk yumurtlama yaşı 44. hafta olarak belirlenmiştir. Yumurtlama dönemi boyunca toplam 325 adet yumurta elde edildiğinden keklik başına düşen ortalama yumurta verimi 27.08 olarak hesaplanmıştır. Haftalara göre yumurta verimi incelendiğinde, pik verime 48. haftada yani 336 günde (27 adet) ulaşılmıştır. 49. ve 50. haftalar da pik veriminin sürdüğü dönemler olmuştur. Bunu sırasıyla 26 adetle 47. ve 52. haftalar ve 25 adetle 51. hafta izlemiştir.

Çalışmada, kekliklerin yaşı ilerledikçe yumurta veriminde düşüş gözlenmiştir. Yumurta verimindeki düşüş 59. haftadan itibaren daha belirgin olmuştur. Yumurta veriminde en düşük verim 60. ve 64. haftalarda elde edilmiştir. Pik verimin görüldüğü dönemde sağlanan verim toplam verimin % 48’ini oluşturmuştur.

Kekliklerde pik yumurta verimine diğer kanatlı hayvanlardan daha geç yaşlarda ulaşılmaktadır. Ancak bazı kanatlı türlerinde pik yumurta veriminden sonra yumurta veriminde ciddi bir düşüş görülürken, kekliklerde pik yumurta veriminden sonra yumurta veriminde dikkate değer bir düşme olmamıştır.



Şekil 1. Kekliklerin haftalık ve kümülatif yumurta verimleri (adet)

Çizelge 2. Kekliklerde haftalık ve kümülatif yumurta verimi (adet)

Haftalar	YV	Kümülatif YV
44	12	12
45	17	29
46	20	49
47	26	75
48	27	102
49	27	129
50	27	156
51	25	181
52	26	207
53	20	227
54	17	244
55	19	263
56	16	279
57	15	294
58	15	309
59	3	312
60	1	313
61	2	315
62	7	322
63	2	324
64	1	325

YV: Yumurta verimi

Çizelge 3'te kekliklerin 44. haftadan 64. haftaya kadar olan kümülatif yumurta verimleri 4 farklı model ile incelenmiştir. Gamma, McNally, Modified Compartmental ve Adams-Bell modelleri ile parametre tahminleri yapılmıştır. Pseudo-R², AIC ve BIC gibi uyum iyiliği kriterleri ile en uygun model araştırılmıştır. Her bir tahmin modelinde, parametre tahminleri 0.05 önem düzeyinde belirlenmiştir.

Parametre katsayılarına bakılarak Gamma modeli $y_t = 8.925t^{1.792}e^{(-0.089t)}$,

McNally modeli $y_t = 6.314t^{1.324}e^{(-0.134t+0.592t^{0.5})}$,

Modified Compartmental modeli $y_t = 261.686p^{0.011t}/(1+e^{-0.399(t-6.619)})$ ve

Adams-Bell modeli $y_t = 1/(0.01+(1.822)(0.419)^{t-0.390})+11.339(t+1.411)$

şeklinde bulunmuştur.

Pseudo-R² değerleri sırasıyla Gamma modelinde 0.9994, McNally modelinde 0.9995, Modified compartmental modelinde 0.9972 ve Adams-Bell modelinde 0.9855 olarak bulunmuştur. İncelenen modellerde Pseudo-R² değerleri birbirlerine çok yakın olmasına rağmen McNally modelinde bu değer biraz daha yüksektir. AIC hesaplandığında McNally modeli en küçük değere sahiptir (42.051). Gamma, Modified compartmental ve Adams-Bell modellerinde AIC değerleri sırasıyla 43.810, 77.057 ve 112.597 olarak bulunmuştur. Benzer şekilde BIC değeri 49.051 ile en düşük McNally modelinde elde edilirken, Gamma, Modified Compartmental ve Adams-Bell modellerinde bu değer sırasıyla 49.810, 85.057 ve 122.597 olarak hesaplanmıştır. Bu durumda Pseudo-R² değeri en yüksek, AIC ve BIC değerleri en düşük olan McNally modeli kekliklerde kümülatif yumurta verimi için en uygun model olarak görülmektedir. Pseudo-R² değeri, AIC ve BIC değerleri dikkate alındığında yumurta verimine McNally modelinden sonra Gamma modelinin uygun alternatif model olduğu görülmüştür. Adams-Bell modelinin bu modeller içinde en az uyum sağlayan model olduğu görülmüştür.

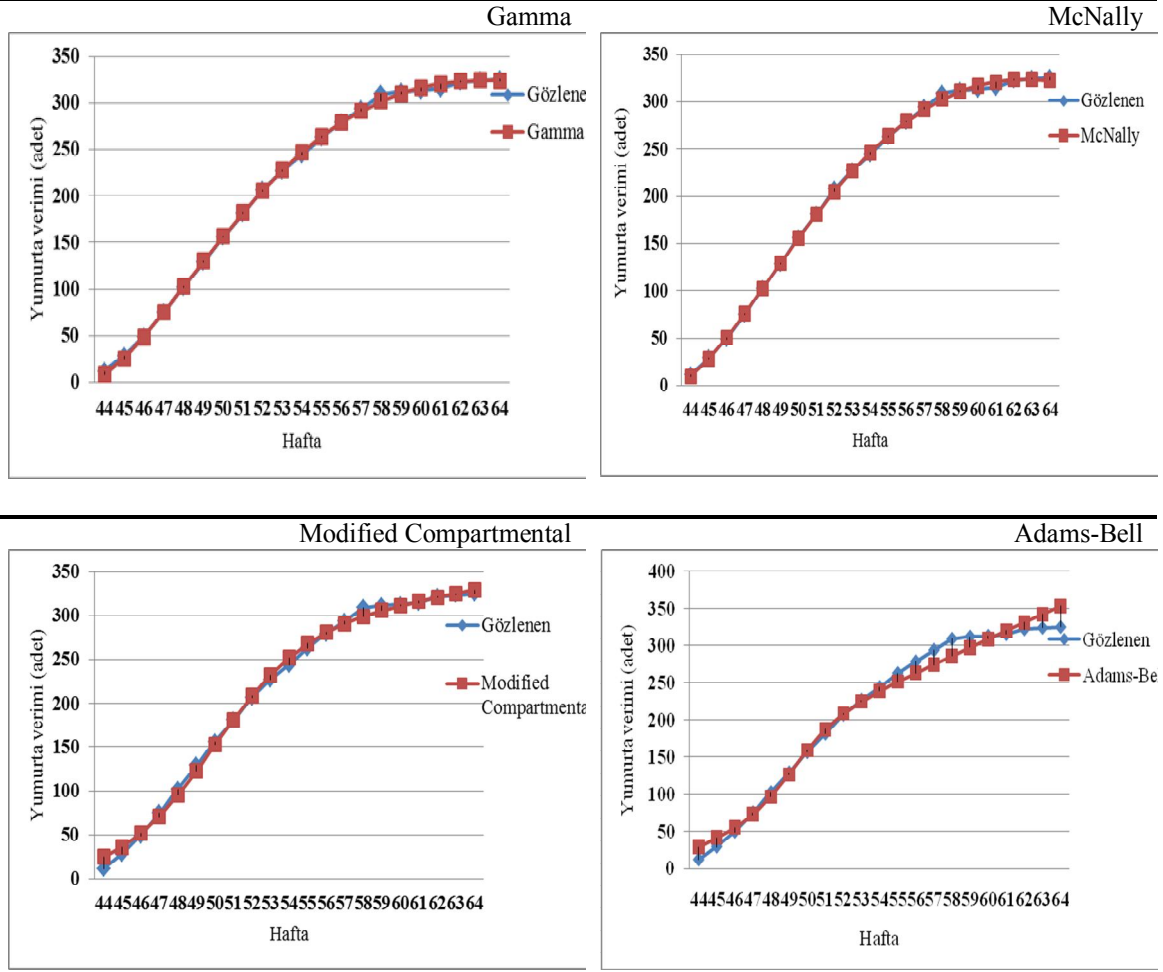
Yumurta verimi için doğrusal olmayan modellere ait sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. Şekil 2'de, yumurtlama periyodunda üretilen yumurta veriminin gözlenen ve 4 farklı model sonucu elde edilen tahmini değerleri verilmiştir. McNally ve Gamma modellerinde tahmini değerlerin gözlenen değerlere çok yakın olduğu yani gözlenen değerlerle beklenen değerlerin uyum içinde olduğu saptanmıştır. Böylece McNally ve Gamma modellerinin birbirine çok benzer sonuçlar verdiği görülmüştür.

Çizelge 3. Model parametrelerinin tahmini ve her bir modelin uyum iyilik istatistikleri

Model	Parametre	Katsayı	Pseudo-R ²	AIC	BIC
Gamma	a	8.925	0.9994	43.810	49.810
	b	1.792			
	c	0.089			
McNally	a	6.314	0.9995	42.051	49.051
	b	1.324			
	c	0.134			
	d	0.592			
Modified Compartmental	p	261.686	0.9972	77.057	85.057
	f	-0.011			
	g	0.399			
	h	6.619			
Adams-Bell	i	1.822	0.9855	112.597	122.597
	j	0.390			
	k	-11.339			
	l	-1.411			
	m	0.419			

Burada, a: Başlangıç üretim (%), b: En yüksek verime artış oranı c: En yüksek verimden azalış oranı, d: Zaman değişkeninin kareköküyle orantılıdır, p: En yüksek yumurta veriminin asimptotik değeri, f: Yumurtlamada azalış oranı, g: Cinsel olgunluğa kadar geçen zaman, h: İlk haftada oluşan ortalama yumurta sayısıdır. i, j, k, l ve m parametreleri sabit olarak değerlendirilir.

Congleton ve ark. (1981), tavuklarda yumurta verimini Tamamlanmamış Gamma Fonksiyonu ile modellemişlerdir. McMillan ve ark. (1986), 50 haftalık yaştaki tavukların yumurta veriminde Linear, Wood ve Compartmental modelini incelemiştir. İncelenen 3 modelden Linear ve Compartmental model sonuçlarının birbirine bezer olduğu ve Wood modelinin en az uygun olan model olduğu görülmüştür. Cason ve Britton (1988), kümes hayvanlarında yumurta veriminde Compartmental, Logistic ve Adams-Bells modelini karşılaştırmalı olarak incelemiş, en uygun modelin Adams-Bells modeli olduğunu saptamışlardır. Narinç ve ark. (2013), bıldırcın yumurta üretimini tanımlamak için doğrusal olmayan modellerden Gamma, McNally, Modified Compartmental ve Adams-Bell modellerini kullanmış, en yüksek Pseudo-R² değerini (0.9270) Adams-Bell modelinde elde etmişlerdir. Narinç ve ark. (2014), yumurta üretimi ile ilgili çalışmalarında Gamma, McNally, Modified Compartmental ve Adams-Bell modellerini kullanmışlar ve en düşük AIC ve BIC istatistik değerlerini Adams-Bell modelinde elde etmişlerdir. Bu sonuçlara göre keklik ve diğer kanatlı hayvanlara ait yumurta verimlerinin farklı bir şekilde modellendiği görülmektedir.



Şekil 2. Gözlenen ve tahmini yumurta verimi (%).

Sonuç

Bu çalışmada yer sisteminde yetiştirilen kınalı kekliklerden bir yumurtlama sezonu boyunca elde edilen yumurtalar bazı doğrusal olmayan matematiksel modeller ile incelenmiştir. Gözlenen değerler ve McNally, Gamma ve Modified Compartmental modellerinden elde edilen tahmini değerlerin birlikte uyum içinde olduğu görülmüştür. Uyum iyiliği kriterleri dikkate alınarak yumurta verimi için en uygun model McNally modelidir. McNally modelinden sonra en iyi modelin Gamma model olduğu söylenilebilir.

Kaynaklar

- Adams CJ, Bell DD (1980). Predicting Poultry Egg Production. Poultry Science 59: 937-938.
- Akaike H (1974). A New Look at the Statistical Model Identification. IEEE Transactions on Automatic Control 19:716-23.
- Aysöndü MH, Özbey O (2008). Kaya Kekliklerinde (*Alectoris graeca*) Farklı Barındırma Şeklinin Yumurta Verimi ve Kuluçka Özellikleri Üzerine Etkisi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 22 (5): 267 – 271.
- Cason JA, Britton WM (1988). Comparison of Compartmental and Adams-Bell Models of Poultry Egg Production. Poultry Science, 67: 213-218.
- Congleton WR, Chamberlan JR JT, Muir FV, Hawes RO (1981). Limitations of Using the Incomplete Gamma Function to Generate Egg Production Curves. Poultry Science, 60: 689-691.
- Çetin O, Kırıkçı K, Gülşen N (1997). Farklı Bakım Şartlarında Kınalı Kekliklerin (*A. Chukar*) Bazı Verim Özellikleri. Veteriner Bilimleri Dergisi, 13(2): 5-10.

- Çetin O, Kırıkçı K, Günlü A, Tepeli C (2002). Kaya Kekliklerinin (*A. Graeca*) 2. Yaş Verim Performansları. Veteriner Bilimleri Dergisi, 18(1-2): 69-71.
- Gavora JS, Parker RJ, McMillan I (1971). Mathematical Model of Egg Production. Poultry Science, 50: 1306-1315.
- Gavora JS, Liljedahl I, McMillan I, Ahlen K (1982). Comparison of three Mathematical Models of Egg Production. Poultry Science, 23: 339-348.
- Grossman M, Koops WJ (2001). A Model for Individual Egg Production in Chickens. Poultry Science 80: 859-867.
- Heinzel H, Mittlböck M (2003). Pseudo R-squared Measures for Poisson Regression Models with Over or Underdispersion. Computational Statistics and Data Analysis, 44: 253-271.
- Kırıkçı K, Günlü A, Çağlayan T, Garip M (2006). Ebeveyn Yaşının Kekliklerde (*A. Graeca*) Bazı Verim Özelliklerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi 1(3-4): 51-54.
- Lokhorst C (1996). Mathematical Curves for the Description of Input and Output Variables of the Daily Production Process in Aviary Housing Systems for Laying Hens. Poultry Science 75: 838-848
- McNally DH (1971). Mathematical Model for Poultry Egg Production. Biometrics 27: 735-738.
- McMillan I (1981). Compartmental Model Analysis of Poultry Egg Production Curves. Poultry Science 60: 1549-1551.
- McMillan I, Gowe RS, Gavora JS, Fairfull RW (1986). Prediction of Annual Production from Part Record Egg Production in Chickens by Three Mathematical Models. Poultry Science 65: 817-822.
- Narınç D, Karaman E, Aksoy T, Fırat MZ (2013). Investigation of Nonlinear Models to Describe Long term Egg Production in Japanese Quail. Poultry Science, 92 (6): 1676-1682.
- Narınç D, Üçkardeş F, Aslan E (2014). Egg Production Curve Analyses in Poultry Science. World's Poultry Science Journal, 70 (4): 817-828.
- Özek K, Bahtiyar Y (2004). Damızlık Kınalı Kekliklerde (*A. chukar*) Yumurta Verimi, Yumurta Ağırlığı ve Davranış. Tavukçuluk Araştırma Dergisi, 5(1): 47-49.
- Priestley M B (1981). Spectral Analysis and Time Series. Academic Press, London, 890 p.
- Schwarz GE (1978). Estimating the dimension of a Model. Annals of Statistics. 6(2): 461-464.
- Shumway RH, Stoffer DS (2006). Time Series Analysis and Its Applications With R Examples. Springer Science Business Media, LLC.
- Şengül T, Çetin M, Söğüt B, Yurtseven S (2008). Effect of Dietary Vitamin E Levels on Egg Production Traits, Fertility and Hatching Rate in Laying Partridges. J. Appl. Anim. Res. 34: 77- 80.
- Wood PDP (1967). Algebraic Model of the Lactation Curve in Cattle. Nature 216: 164-165.
- Yang N, Wu C, McMillan I (1989). A new Mathematical Model for Poultry Egg Production. Poultry Science 68: 476-481.