

Anadolu Mandalarında Farklı Laktasyon Eğrisi Modellerinin Karşılaştırılması

Aziz ŞAHİN¹  Zafer ULUTAŞ² Arda YILDIRIM³ Yüksel AKSOY⁴ Serdar GENÇ⁵

¹ Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, TR-40100 Kırşehir - TÜRKİYE

² Niğde Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, TR-51240 Niğde - TÜRKİYE

³ Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, TR-60250 Tokat - TÜRKİYE

⁴ Niğde Üniversitesi, Bor Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, TR-51240 Niğde - TÜRKİYE

⁵ Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, TR-40100 Kırşehir - TÜRKİYE

Article Code: KVFD-2014-11140 Received: 03.03.2014 Accepted: 15.07.2014 Published Online: 05.08.2014

Özet

Bu araştırmada, farklı işletme koşullarında 2011-2013 yılları arasında yetiştirilen Anadolu mandalarına ait kontrol günü süt verim kayıtları kullanılarak sekiz farklı laktasyon eğrisi modeli karşılaştırılmıştır. Bu amaçla, laktasyon eğrisinin tanımlanmasında Wood, Cobby ve Le Du, Üssel, Parabolik Üssel, Kuadratik, Ters Polinomial, Logaritmik Kuadratik, Logaritmik Linear modelleri kullanılmıştır. Laktasyon eğrisini en iyi tanımlayan modeli belirlemek için belirtme (R^2) ve kalıntı standart sapma (KSS) katsayıları kriter olarak kullanılmıştır. En yüksek R^2 ve en düşük KSS değerlerini veren Logaritmik Kuadratik ve Kuadratik modellerin en iyi uyumu gösteren modeller olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, Logaritmik Kuadratik veya Kuadratik modeller ile tahmin edilen parametrelerin ıslah çalışmalarında kullanılması, bu yönde yapılacak araştırmalara önemli katkı sağlayacaktır.

Anahtar sözcükler: Laktasyon eğrileri, Anadolu mandası, Belirtme katsayısı, Kalıntı standart sapma katsayısı

Comparison of Different Lactation Curve Models of Anatolian Buffaloes

Abstract

In this study, eight different lactation curve models were compared by using test day milk yield records belonging Anatolian Buffaloes raised in different Farm conditions between 2011 and 2013. To identify the best lactation curve models of Wood, Cobby and Le Du, Logarithmic Quadratic, Exponential, Parabolic exponential, Quadratic, Inverse Polynomial and Logarithmic Linear mathematical functions were used. The coefficient of determination (R^2) and residual standard deviation (RSD) statistics were used for determination of best fitted model in lactation curve. Logarithmic Quadratic and Quadratic functions are the best goodness of fit model as having the highest R^2 and lowest RSD coefficients. As a result, the parameters are estimated by logarithmic quadratic or quadratic models, for use in breeding programs will make an important contribution to research in this field.

Keywords: Lactation curves, Anatolian Buffalo, Coefficient of determination and residual standard deviation

GİRİŞ

Süt verimi hayvan ıslahı çalışmalarında üzerinde durulan ekonomik öneme sahip özellikler arasında yer almaktadır. Anadolu mandalarının süt verimleri 813 kg^[1], 943.2 kg^[2] ve 925 kg^[3] olarak tespit edilmiştir. Süt verimi ile laktasyon süresi arasında sıkı bir ilişkinin olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir^[3-6]. Laktasyon süt verimi ile yakından ilgili laktasyon süresi ortalaması Afyon

Mandacılık Araştırma Enstitüsü'nde yerli mandalarda 220 gün, melezlerde 225 gün olarak saptanmıştır^[7]. İlaslan ve ark.^[8] mandalarda ortalama laktasyon süresini 224 gün olarak belirlemişlerdir. Doğum ile kuru dönem arasında geçen bir süreç olan, laktasyon süresi ırk ve sürüler arasında varyasyon göstermektedir. Söz konusu varyasyon genetik yapı ve çevresel faktörlerden kaynaklanmakta olup, çev-



İletişim (Correspondence)



+90 386 2804830



aziz.sahin@ahievran.edu.tr

resel faktörlerin varyasyonun ortaya çıkmasındaki rolü genetik faktörlerden daha fazladır. Laktasyon eğrisi, doğum sonrasında zamanla süt veriminde gözlemlenen değişim olarak ifade edilmektedir. Süt hayvanlarının verim değerlendirilmesinde laktasyon eğrisinin şekli süt verimi ile birlikte değerlendirilen bir kriterdir [9]. Malaklama ile başlayan süt verimi doğum sonrasında maksimum süt üretim seviyesine ulaşılan kadar artar ve sonrasında kuru döneme kadar azalma trendine girer. Laktasyon eğrilerinden, günlük süt verim kayıtları ile laktasyon süt veriminin tahmini, laktasyon süreleri eşit olmayan mandaların karşılaştırılması, süt verimi düşük olan mandaların laktasyonun erken dönemlerinde ayıklanması, sürü idare ve optimum yemleme programlarının planlanmasında yararlanılabilmektedir [10]. Günümüze kadar laktasyon eğrilerinin tanımlanmasında Wood, Dhanoa, Wilmink, Cobby ve Le Du, Dave ve Ters Polinomial gibi matematiksel modeller yaygın olarak kullanılmıştır. Süt sığırları yetiştiriciliğinde laktasyon eğrisi ile ilgili birçok araştırma yürütülmüştür. Ancak mandalarda bu konu ile ilgili sınırlı sayıda araştırmaya rastlanılmıştır. Bu konu ile ilgili Türkiye'de [10,11] İtalya'da [12] ve Pakistan'da [13] bazı araştırmalar yapılmıştır.

Bu araştırmada, Anadolu mandalarında laktasyon eğrilerini tanımlamada kullanılan modeller karşılaştırarak, laktasyon eğrisini açıklayabilecek en iyi matematiksel modelin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Bu araştırmada, Anadolu mandalarının laktasyon eğrisinin tanımlanmasında Wood, Cobby ve Le Du, Üssel, Parabolik üssel, Kuadratik, Ters Polinomial, Logaritmik Kuadratik, Logaritmik Linear modeller olmak üzere toplam sekiz farklı model kullanılmıştır. Araştırma materyalini Tokat ili ve ilçelerinde 2011-2013 yılları arasında doğuran Anadolu mandalarına ait kontrol günü süt verim kayıtları oluşturmuştur. Bu araştırma kapsamında 536 adet 1. laktasyon, 489 adet 2. laktasyon, 436 adet 3. laktasyon, 345 adet 4. laktasyon 248 adet 5. laktasyon olmak üzere toplamda 2054 adet kontrol günü süt verim kaydı değerlendirilmiştir. Anadolu mandalarının süt verimleri Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen Halk Elinde Manda Islahı Ülkesel projesi kapsamında elde edilmiştir. Kontrol günlerinde mandaların sabah ve akşam kilogram olarak tespit edilen süt verimleri kayıt altına alınmıştır. Araştırmanın yapıldığı bölgede manda yetiştiriciliği ekstansif koşullarda yapılmaktadır. Yetiştiriciler özellikle mera döneminde mandalara genellikle ek yemleme uygulamamakta, ancak kış aylarında elde mevcut yemlere göre (saman, kuru yonca otu, silaj vb.) ek yemleme yapmaktadırlar. Bölgede mevsim şartlarının otlatma için uygun olduğu günlerde mandalar sabah sağımindan sonra meraya

çıkartılmaktadır. Yetiştiricilerin çoğunluğu sağımlı el ile yapmaktadırlar. Laktasyon eğrisinin tanımlanmasında en az ilk 5 kontrol verimi bilinen mandalara ait günlük süt verimleri değerlendirilmiştir [14,15].

Metot

Anadolu mandalarının laktasyon eğrilerinin belirlenmesinde Wood, Cobby ve Le Du, Üssel, Parabolik Üssel, Kuadratik, Ters Polinomial, Logaritmik Kuadratik, Logaritmik Linear olmak üzere sekiz farklı model kullanılmıştır. Bu çalışmada laktasyon eğrisini tanımlamada kullanılan farklı laktasyon eğrisi modelleri *Tablo 1*'de verilmiştir. Anadolu mandalarının aylık süt kontrollerinden yararlanılarak her bir laktasyon için farklı matematik modeller ile laktasyon eğrisi modelleri tahmin edilerek, süt verimlerine ait en uygun laktasyon eğrisi belirlenmiştir.

Laktasyon eğrisi parametreleri (*a*, *b*, *c* ve *d*) Statistica 5.0. V [16] paket programı kullanılarak, Levenberg Marquardt iterasyon işlemi sonucu tespit edilmiştir. İterasyon yapılırken, yakınsama kriteri olarak 1.0E-8 kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan sekiz farklı model ile belirlenen laktasyon eğrisi parametrelerinin laktasyon sırasına göre değişip değişmediğini tespit etmek amacı ile kontrol günü süt verimleri laktasyon sırasına göre gruplandırılmış 1., 2., 3., 4. ve 5. laktasyon kayıtları ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Eşitliklerde; *Y_t*: laktasyonun *t*. günündeki süt verimini (kg), *t*: malaklamadan günlük verimin (kontrol günü verimi) ölçüldüğü güne kadar geçen süreyi (gün), *e*: tabii logaritma tabanını, *exp*: matematiksel üs fonksiyonunu *a*, *b*, *c*, *d*: laktasyon eğrisine ait parametre tahminleri olmak üzere; *a*: eğrinin *Y* eksenini kestiği noktayı, *b*: laktasyonun başlangıcında eğrinin yükselmesini, *c* ve *d*: en yüksek düzeye eriştikten sonra eğrinin düşüşünü gösteren katsayıdır. Araştırmada 1., 2., 3., 4. ve 5. laktasyonlar laktasyon sırasına göre analiz edilmiştir. Laktasyon eğrilerinin uygunluğunu karşılaştırmada, belirtme katsayısı ve kalıntı standart sapma (KSS) katsayılarından faydalanılmıştır.

Tablo 1. Laktasyon eğrilerinin tahmininde kullanılan modeller

Table 1. Models used to fit the lactation curve

Modeller	Eşitlikler
Wood	(WD) $Y_t = at^b \exp(-ct)$
Ters Polinomial	(TP) $Y_t = t / (a + bt + ct^2)$
Cobby ve Le Du	(CD) $Y_t = a - bt - a \exp(-ct)$
Üssel	(Ü) $Y_t = a \exp(-ct)$
Parabolik Üssel	(PÜ) $Y_t = a \exp(-bt + ct^2)$
Kuadratik	(K) $Y_t = a + bt + ct^2$
Logaritmik Kuadratik	(LK) $Y_t = a + bt + ct^2 + d \log_e(t^2)$
Logaritmik Linear	(LL) $Y_t = a + bt + c \log_e(t)$

Y: Kontrol günü tahmini süt verimi; *t*: Kontrol aralığı (gün); *a, b, c, d*: Modellerdeki katsayılar; *exp*: matematiksel üs fonksiyonu

BULGULAR

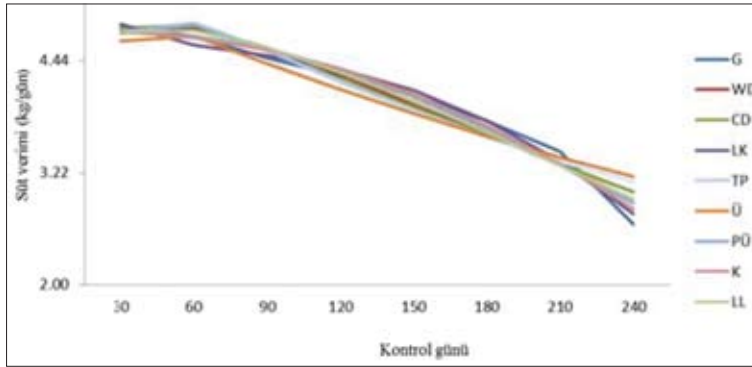
Belirtme (R^2) ve kalıntı standart sapma (KSS) katsayılarından, laktasyon eğrisini en iyi tanımlayan matematik modeli tespit etmede kriter olarak yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda tüm laktasyon ve modellerde en yüksek R^2 ve en düşük KSS değerlerini veren Logaritmik Kuadratik ve Kuadratik modellerin en iyi uyumu gösteren modeller olduğu tespit edilmiştir. Tüm laktasyon eğrileri ile elde edilen parametreler, belirtme katsayıları (R^2) ve kalıntı standart sapma (KSS) katsayıları *Tablo 1*'de özetlenmiştir. Ayrıca, gerçek ve tahmin edilen süt verimleri ile ilgili laktasyon eğrileri ilgili şekillerde (*Şekil 1, 2, 3, 4, 5* ve *6*) verilmiştir. Bu farklılıklar dikkate alınarak, bu çalışmada beş farklı laktasyon sırası grubu için bu çalışmada incelenen sekiz farklı matematik model kontrol günü süt verimlerine uygulanarak laktasyon eğrisi parametreleri tespit edilmiştir. Farklı laktasyon eğrileri için parametre ortalamaları, standart hataları, belirtme ve kalıntı standart sapma katsayıları *Tablo 2*'de verilmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, belirtme katsayısı [12,14,17] ve kalıntı standart sapma katsayıları [18-21] kullanılarak laktasyon süt verimlerine en iyi uyum gösteren matematik model belirlenmiştir. Anadolu mandalarının kontrol günü süt verim kayıtları kullanılarak, laktasyon eğrilerinin şekli ve bu eğrileri açıklamada gerekli olan parametreler sekiz farklı model ile tahmin edilmiş ve bu fonksiyonlardan faydalanılarak elde edilen laktasyon eğrileri karşılaştırılmıştır.

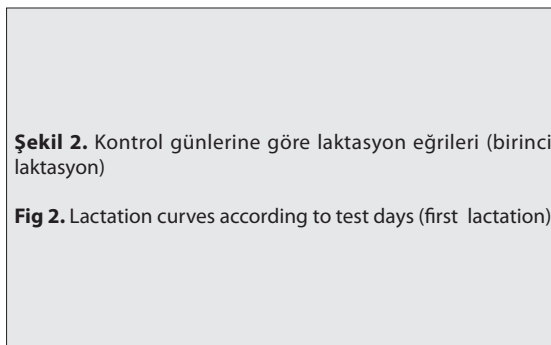
Laktasyon Eğrisi Parametreleri ve Model Uyumluları

Wood modeli için farklı laktasyonlarda belirlenen laktasyonun başlangıcındaki eğrinin Y eksenini kestiği noktayı belirten a parametresi 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, 5.07, 4.46, 5.74, 6.67, 5.61 ve 5.34 olarak belirlenmiştir. a parametresi en düşük değerini ikinci laktasyonda, en yüksek değerini ise dördüncü laktasyonda almıştır. Bu çalışmada Wood modeli ile belirlenen a



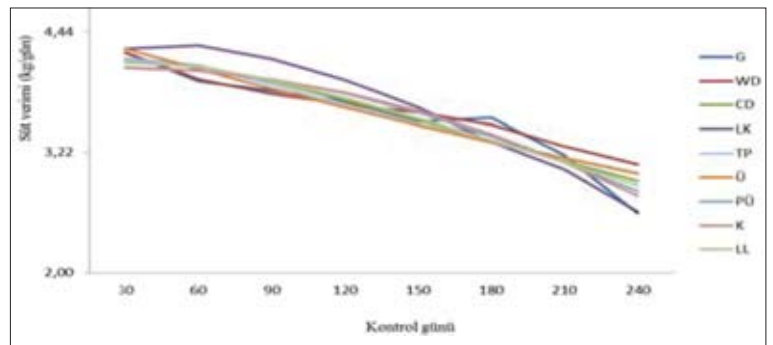
Şekil 1. Kontrol günlerine göre laktasyon eğrileri (tüm laktasyonlar)

Fig 1. Lactation curves according to test days (all lactations)



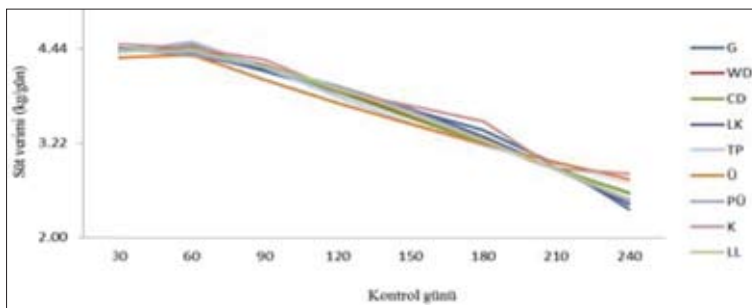
Şekil 2. Kontrol günlerine göre laktasyon eğrileri (birinci laktasyon)

Fig 2. Lactation curves according to test days (first lactation)



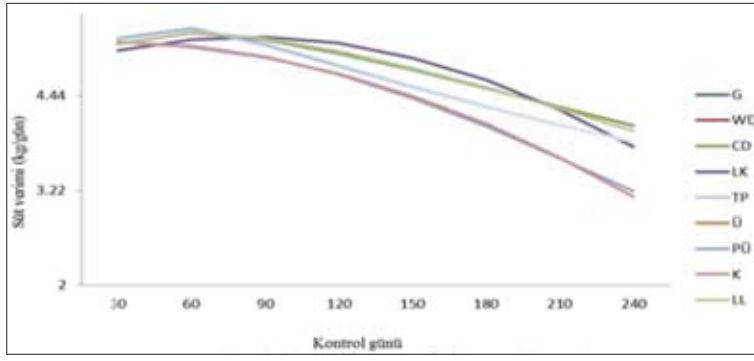
Şekil 3. Kontrol günlerine göre laktasyon eğrileri (ikinci laktasyon)

Fig 3. Lactation curves according to test days (second lactation)



Şekil 4. Kontrol günlerine göre laktasyon eğrileri (üçüncü laktasyon)

Fig 4. Lactation curves according to test days (third lactation)

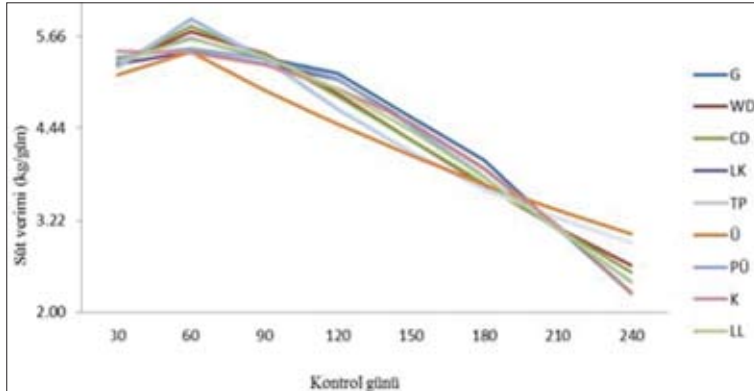
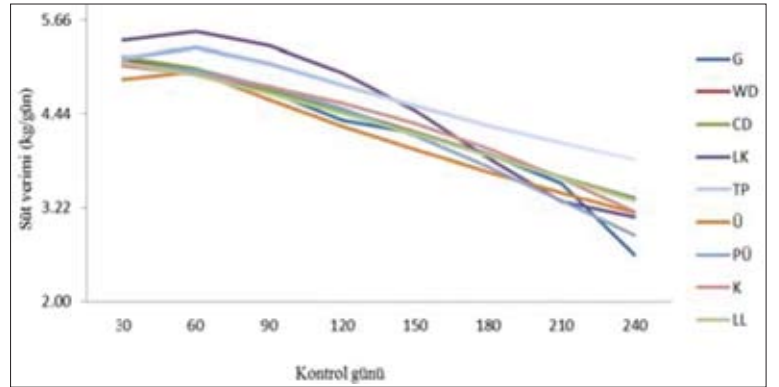


Şekil 4. Kontrol günlerine göre laktasyon eğrileri (üçüncü laktasyon)

Fig 4. Lactation curves according to test days (third lactation)

Şekil 5. Kontrol günlerine göre laktasyon eğrileri (dördüncü laktasyon)

Fig 5. Lactation curves according to test days (fourth lactation)



Şekil 6. Kontrol günlerine göre laktasyon eğrileri (beşinci laktasyon)

Fig 6. Lactation curves according to test days (fifth lactation)

parametresi Anwar ve ark.^[13] Pakistan'da Nili Rawi ırkı mandalar, Barbosa ve ark.^[12] Brezilya'da Murrah, Akdeniz ve Jafarabadi ırkı mandalar ve Keskin ve ark.^[22] Türkiye'de Siyah Alacalar için belirlediği değerden düşük bulunmuştur. Araştırma bulgusunun Orman ve ark.^[23] ilk beş laktasyon için belirlediği, (4.993, 7.66, 9.38, 7.99 ve 10.76) değerler ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Araştırma bulgusu yerli mandalarda yapılan bir araştırmada ^[11] belirlenen değerden yüksek, Jersey sığırlarda ilk yedi laktasyon için hesaplanan (13.13, 14.99, 16.37, 16.93, 16.89, 17.31, 16.62) değerlerden düşük bulunmuştur ^[24]. Wood modeli kullanılarak 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9. ve 10. laktasyonların da olan mandalarda ^[25] a parametresinin 29.92-49.23 arasında değiştiği tespit edilmiştir. İtalya'da yapılan bir araştırmada ise ^[26] farklı yaş gruplarına ayrılan mandalara a parametresinin 0.037-0.05 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yükselme hızını ifade eden b parametresi, 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, 0.22, 0.09,

0.13, 0.45, 0.10 ve 0.19 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler Kaygısız'ın ^[11] Türkiye'de yerli mandalarda ilk beş laktasyon için tespit ettiği değerlerden düşük, Aziz ve ark.'nın ^[25] ilk on laktasyon için belirledikleri değerler ile genel olarak uyumlu bulunmuştur. Pakistan'da Nili Rawi ırkı mandalar üzerinde yapılan bir çalışmada ^[13] b parametresi 0.341 olarak saptanmıştır. Ayrıca, Siyah Alaca sığırlarda yapılan bir çalışmada b parametresinin ^[17] 0.47 olduğu bildirilmiştir. Araştırma bulgusu Keskin ve ark.'nın ^[17] Siyah Alacalar için (0.47) belirlediği değerden düşük, Orman ve ark.'nın ^[23] Siyah Alaca sığırların ilk beş laktasyonu için, Çankaya ve ark.'nın ^[24] Jersey ırkı sığırların ilk yedi laktasyonu için tespit ettikleri değerler ile genel olarak uyumlu bulunmuştur. İtalya'da mandalar üzerinde yapılan bir çalışmada ^[26] b parametresinin 0.255-0.368 arasında değiştiği belirlenmiştir. Düşüş hızını ifade eden c parametresinin ise 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, 0.14, 0.07, 0.10, 0.23, 0.09 ve 0.12 olduğu

Tablo 2. Farklı laktasyon eğrileri için parametre ortalamaları, standart hata, R² ve KSS katsayıları**Table 2.** Mean values (a, b, c and d), standard error, R² and RSD of lactation parameters for different lactation curves

Laktasyon	Modeller	a	s _x	b	s _x	c	s _x	d	s _x	R ²	KSS
Tüm laktasyonlar	WD	5.34	0.206	0.19	0.096	0.12	0.029	-	-	0.932	0.046
	CD	5.47	0.330	0.30	0.057	2.68	1.348	-	-	0.931	0.061
	LK	4.30	0.413	0.60	0.047	-0.06	0.030	-0.45	0.025	0.994	0.018
	Ü	5.36	0.244	-	-	0.06	0.010	-	-	0.877	0.070
	PÜ	4.68	0.245	-0.02	0.028	-0.01	0.003	-	-	0.959	0.027
	K	4.74	0.198	0.04	0.010	-0.03	0.012	-	-	0.970	0.020
	TP	0.05	0.032	0.13	0.030	0.02	0.004	-	-	0.898	0.070
	LL	5.21	0.146	-0.46	0.099	0.69	0.348	-	-	0.951	0.034
Birinci laktasyon	WD	5.07	0.136	0.22	0.067	0.14	0.021	-	-	0.974	0.018
	CD	5.18	0.228	0.32	0.039	2.51	0.841	-	-	0.975	0.018
	LK	4.40	0.207	0.10	0.023	-0.03	0.015	-0.06	0.013	0.994	0.004
	Ü	5.07	0.021	-	-	0.07	0.009	-	-	0.916	0.051
	PÜ	4.40	0.141	-0.018	0.017	-0.01	0.002	-	-	0.989	0.007
	K	4.49	0.087	-0.01	0.044	-0.03	0.004	-	-	0.994	0.003
	TP	0.07	0.029	0.12	0.028	0.02	0.004	-	-	0.944	0.040
	LL	4.89	0.077	-0.47	0.052	0.68	0.182	-	-	0.98	0.009
İkinci laktasyon	WD	4.46	0.245	0.09	0.134	0.07	0.040	-	-	0.719	0.072
	CD	4.45	0.277	0.18	0.051	4.61	1.013	-	-	0.654	0.072
	LK	3.09	0.543	1.26	0.625	-1.10	0.040	-0.98	0.493	0.928	0.032
	Ü	4.48	0.231	-	-	0.04	0.011	-	-	0.665	0.067
	PÜ	4.04	0.652	-0.01	0.084	-0.07	0.009	-	-	0.841	0.057
	K	4.05	0.314	0.04	0.160	-0.02	0.017	-	-	0.926	0.051
	TP	0.02	0.004	0.19	0.044	0.01	0.006	-	-	0.766	0.084
	LL	4.40	0.204	-0.28	0.139	0.35	0.484	-	-	0.816	0.065
Üçüncü laktasyon	WD	5.74	0.479	0.13	0.207	0.10	0.063	-	-	0.722	0.259
	CD	5.73	0.585	0.29	0.106	3.74	1.382	-	-	0.725	0.389
	LK	3.28	0.593	2.17	0.683	-0.17	0.044	-1.50	0.538	0.955	0.038
	Ü	5.76	0.445	-	-	0.06	0.017	-	-	0.697	0.235
	PÜ	5.06	0.778	-0.02	-0.008	0.09	0.009	-	-	0.759	0.224
	K	5.12	0.646	0.04	0.032	-0.03	0.003	-	-	0.930	0.021
	TP	0.03	0.004	0.14	0.041	0.01	0.006	-	-	0.670	0.224
	LL	5.49	0.475	-0.39	0.323	0.79	0.126	-	-	0.455	0.356
Dördüncü laktasyon	WD	6.67	0.306	0.45	0.116	0.23	0.370	-	-	0.959	0.080
	CD	7.21	0.585	0.58	0.059	1.68	0.277	-	-	0.966	0.066
	LK	5.66	0.573	-0.22	0.660	-0.04	0.022	0.34	0.052	0.985	0.035
	Ü	6.61	0.522	-	-	0.09	0.018	-	-	0.826	0.285
	PÜ	5.04	0.318	-0.08	0.035	-0.02	0.004	-	-	0.978	0.042
	K	5.32	0.248	0.20	0.126	-0.07	0.013	-	-	0.983	0.031
	TP	0.11	0.045	0.04	0.031	0.03	0.007	-	-	0.907	0.181
	LL	6.28	0.153	-0.94	0.104	0.078	0.036	-	-	0.881	0.037
Beşinci laktasyon	WD	5.61	0.503	0.10	0.220	0.09	0.670	-	-	0.680	0.288
	CD	5.60	0.608	0.28	0.110	3.64	5.84	-	-	0.687	0.282
	LK	3.82	1.631	1.57	0.878	-0.12	0.121	-1.31	0.480	0.735	0.028
	Ü	5.62	0.045	-	-	0.06	0.018	-	-	0.665	0.251
	PÜ	5.12	1.095	0.01	0.001	-0.07	0.012	-	-	0.700	0.271
	K	5.11	0.709	-0.01	0.003	0.02	0.003	-	-	0.713	0.058
	TP	0.01	0.005	0.16	0.058	0.01	0.009	-	-	0.637	0.224
	LL	5.43	0.324	0.43	0.292	0.22	0.019	-	-	0.664	0.291

WD: Wood, CD: Cobby ve Le Du, LK: Logaritmik Kuadratik, TP: Ters Polinomiyal, Ü: Üssel, PÜ: Parabolik Üssel, K: Kuadratik, LL: Logaritmik Linear, G: Gerçek

saptanmıştır. Bu parametre Kaygısız'ın^[11] ilk altı laktasyon için, Aziz ve ark.'nın^[25] ilk on laktasyon için belirledikleri değerler ile uyumlu bulunmuştur. Söz konusu parametre Pakistan'da yetiştirilen Nili Rawi ırkı mandalar için Anwar ve ark.^[13] tarafından 0.038 olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde Siyah Alaca sığırlar üzerinde yapılan bir çalışmada da bu parametre 0.17 olarak tespit edilmiştir^[22]. Araştırma bulgusu Jersey sığırlarda ilk yedi laktasyon için^[24] belirlenen değerler ile genel olarak uyumlu bulunmuştur. İtalya'da mandalarda yapılan bir çalışmada^[26] c parametresinin 0.005 ve 0.006 olduğu bildirilmiştir. Modellerin uyumları değerlendirildiğinde; Wood modeli ile 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için belirtme katsayısı ve kalıntı standart sapma katsayıları sırası ile, 0.974, 0.004; 0.719, 0.072; 0.959, 0.080; 0.680, 0.288; 0.932 ve 0.046 olarak saptanmıştır. Araştırma bulgusu Aziz ve ark.'nın^[25] 1. Laktasyon için belirledikleri değerden yüksek, 2., 3., 4. ve 5 laktasyonlar için saptadığı değerlerden düşük bulunmuştur. Cobby ve Le Du modeli kullanılarak 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için a parametresinin sırası ile, 5.18, 4.45, 5.73, 7.21, 5.60 ve 5.47 olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada Cobby ve Le Du modeli ile belirlenen a parametresi Keskin ve ark.'nın^[17] ilk laktasyonunda olan Siyah Alaca sığırlar için belirlediği değerden (0.25) düşük bulunmuştur. b parametresi, 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, 0.32, 0.18, 0.29, 0.58, 0.28 ve 0.30 olarak belirlenmiştir. Bu parametre Keskin ve ark.'nın^[17] ilk laktasyonunda olan Siyah Alaca sığırlar için belirlediği değerden (0.032) yüksek bulunmuştur. Düşüş hızını ifade eden c parametresinin ise 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, 2.51, 4.61, 3.74, 1.68, 3.64 ve 2.68 olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler Keskin ve ark.'nın^[17] ilk laktasyonunda olan Siyah Alaca sığırlar için belirlediği değerden (18.37) düşük bulunmuştur. Cobby ve Le Du modeli için ilk beş ve tüm laktasyonlar belirtme katsayısı ve kalıntı standart sapma katsayıları sırası ile 0.975, 0.018; 0.654, 0.072; 0.725, 0.389; 0.966, 0.066; 0.687, 0.282 ve 0.931, 0.061 olarak tespit edilmiştir. Gerçek ve tahmin edilen laktasyon eğrileri, tüm laktasyonlar için (*Şekil 1*) birinci (*Şekil 2*), ikinci (*Şekil 3*), üçüncü (*Şekil 4*), dördüncü (*Şekil 5*), beşinci (*Şekil 6*)'de sunulmuştur.

Laktasyonun başlangıcındaki süt verimini belirten a parametresinin Logaritmik Kuadratik model kullanıldığında, 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, 4.40, 3.09, 3.28, 5.66, 3.82 ve 4.30 olduğu saptanmıştır. a parametresi en düşük değerini ikinci laktasyonda, en yüksek değerini ise dördüncü laktasyonda almıştır. Gürçan ve ark.^[10] tarafından yapılan bir çalışmada, ikinci laktasyonun da olan mandalar için a parametresi 3.48 olarak saptanmıştır. Araştırma bulgusu bu bildirişle benzerlik göstermektedir. Aynı model ile yükselme hızını ifade eden b parametresi 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, 0.10, 1.26, 2.17, -0.22, 1.57 ve 0.60 olarak belirlenmiştir.

İkinci laktasyonunda olan Anadolu mandalarının süt verimlerinin incelendiği bir çalışmada^[10] b parametresinin -0.03 olduğu tespit edilmiştir. Araştırma bulgusu bu

bildirişten yüksek bulunmuştur. Düşüş hızını ifade eden c parametresi Logaritmik Kuadratik model ile 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, -0.03, -1.10, -0.17, -0.04, -0.12 ve -0.06 olarak belirlenmiştir. Belirlenen c parametresi Gürçan ve ark.'nın^[10] ikinci laktasyon da olan mandalar için belirledikleri değere yakın bulunmuştur. 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar belirtme katsayısı ve kalıntı standart sapma katsayıları Logaritmik Kuadratik model ile 0.994, 0.004; 0.928, 0.032; 0.955, 0.038; 0.985, 0.035; 0.735, 0.028 ve 0.994, 0.018 olarak belirlenmiştir.

Eğrinin Y eksenini kestiği noktayı ifade eden a parametresi Üssel model ile, 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, 5.07, 4.48, 5.76, 6.61, 5.62 ve 5.36 olarak tespit edilmiştir. a parametresi en düşük değerini ikinci laktasyonda, en yüksek değerini ise dördüncü laktasyonda almıştır. Bu model ile belirlenen a parametresi Çankaya ve ark.'nın^[24] ilk yedi laktasyon için Jersey sığırlar için belirlediği değerlerden düşük bulunmuştur. Yine bu model kullanılarak düşüş hızını ifade eden c parametresi 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, 0.07, 0.04, 0.06, 0.09, 0.06 ve 0.06 olarak belirlenmiştir.

Bu parametre Çankaya ve ark.'nın^[24] ilk yedi laktasyon için Jersey sığırlar için saptadığı değerler ile uyumlu bulunmuştur. Üssel model ile 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için belirtme ve kalıntı standart sapma katsayıları sırası ile 0.916, 0.051; 0.665, 0.067; 0.697, 0.235; 0.826, 0.285; 0.665, 0.251 ve 0.877, 0.070 olarak saptanmıştır. Parabolik Üssel model ile laktasyonun başlangıcındaki süt verimini ifade eden a parametresinin, 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, 4.40, 4.04, 5.06, 5.04, 5.12 ve 4.68 olduğu belirlenmiştir. a parametresi Çankaya ve ark.'nın^[24] ilk yedi laktasyon için Jersey sığırlar için tespit ettiği değerlerden düşük bulunmuştur.

Yükselme hızını ifade eden b parametresi Parabolik Üssel model ile 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, -0.018, -0.01, -0.02, -0.08, 0.01 ve -0.02 olarak tespit edilmiştir. Araştırma bulgusu Çankaya ve ark.'nın^[24] Jersey sığırlarda ilk yedi laktasyon için belirledikleri değerlerden düşük bulunmuştur. Bu model ile c parametresi ise 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, -0.01, -0.07, 0.09, -0.02, -0.07 ve -0.01 olarak saptanmıştır. c parametresi Çankaya ve ark.'nın^[24] ilk yedi laktasyon için Jersey sığırlar için saptadığı değerlere yakın bulunmuştur. Parabolik Üssel model ile 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için belirtme ve kalıntı standart sapma katsayıları sırası ile 0.989, 0.007; 0.841, 0.057; 0.759, 0.224; 0.978, 0.042; 0.700, 0.271 ve 0.959, 0.027 olarak belirlenmiştir.

Kuadratik model kullanıldığında tespit edilen a parametresi 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, 4.49, 4.05, 5.12, 5.32, 5.11 ve 4.74 olarak belirlenmiştir. Belirlenen a parametresi Gürçan ve ark.'nın^[10] ikinci laktasyonunda olan Anadolu mandaları için belirlediği değerden (6.08) düşük bulunmuştur. Yükselme hızını ifade eden b parametresi 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile,

-0.01, 0.04, 0.04, 0.20, -0.01 ve 0.04 olarak tespit edilmiştir. Bu parametre Gürcan ve ark.'nın ^[10] ilk laktasyonunda olan Anadolu mandaları için belirlediği değerden (-0.02) yüksek bulunmuştur.

Düşüş hızını ifade eden c parametresi Kuadratik model ile 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, -0.03, -0.02, -0.03, -0.07, 0.02 ve -0.03 olarak saptanmıştır. Bu parametre Gürcan ve ark.'nın ^[10] belirlediği değerle uyumlu bulunmuştur. Kuadratik model ile 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için belirtme ve kalıntı standart sapma katsayıları sırası ile 0.994, 0.003; 0.926, 0.051; 0.930, 0.214; 0.983, 0.031; 0.713, 0.058 ve 0.970, 0.020 olarak tespit edilmiştir.

Laktasyon eğrisi parametrelerinin tahmininde Ters Polinomiyal modelden yararlanıldığında, laktasyonun başlangıcındaki süt verimini belirten a parametresinin 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, 0.07, 0.02, 0.03, 0.11, 0.01 ve 0.05 olduğu belirlenmiştir. Belirlenen a parametresi Gürcan ve ark.'nın ^[10] ikinci laktasyon da olan mandalar için belirlediği değerden (0.69) düşük bulunmuştur. Aynı model ile yükselme hızını ifade eden b parametresi ilk beş laktasyon ve tüm laktasyonlar için sırası ile, 0.12, 0.19, 0.14, 0.04, 0.16 ve 0.13 olarak tespit edilmiştir. Bu parametre Gürcan ve ark.'nın ^[10] ikinci laktasyonunda olan mandalar için belirlediği değerden (0.096) yüksek bulunmuştur. Düşüş hızını ifade eden c parametresi ise Ters Polinomiyal model ile 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, 0.02, 0.01, 0.01, 0.03, 0.01 ve 0.02 olarak belirlenmiştir. Bu parametre Keskin ve ark.'nın ^[17] ilk laktasyonunda olan Siyah Alaca sığırlar (0.0001), Gürcan ve ark.'nın ^[10] ikinci laktasyonunda olan mandalar için belirlediği değerlerden (0.0015) yüksek bulunmuştur.

Logaritmik linear model için, a parametresi, 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, 4.89, 4.40, 5.49, 6.28, 5.43 ve 5.21 olarak saptanmıştır. Bu parametre Gürcan ve ark.'nın ^[10] ikinci laktasyonunda olan Anadolu mandaları için belirlediği değerden (8.35) düşük bulunmuştur. b parametresi ise 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için sırası ile, -0.47, -0.28, -0.39, -0.94, 0.43 ve -0.46 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler Gürcan ve ark.'nın ^[10] ikinci laktasyonunda olan Anadolu mandaları için belirlediği değer ile uyumlu bulunmuştur.

Düşüş hızını ifade eden c parametresinin ise aynı model ile ilk beş laktasyon ve tüm laktasyonlar için sırası ile, 0.68, 0.35, 0.79, 0.078, 0.22 ve 0.69 olduğu belirlenmiştir. Bu parametre Gürcan ve ark.'nın ^[10] ikinci laktasyonunda olan Anadolu mandaları için belirlediği değerden düşük bulunmuştur. Ters Polinomiyal model ile 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için belirtme ve kalıntı standart sapma katsayıları sırası ile 0.944, 0.040; 0.766, 0.084; 0.670, 0.224; 0.907, 0.181; 0.637, 0.224 ve 0.898, 0.070 olarak saptanmıştır.

Bu çalışmada 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için d parametresi sırası ile -0.06, -0.98, -1.5, 0.34, -1.31 ve -0.45 olarak tespit edilmiştir. Araştırma bulgusu, Gürcan ve ark.'nın ^[10] (0.97) bulgularından düşük bulunmuştur.

Bu araştırmada farklı laktasyon sıralarına göre tespit edilen a parametreleri ile ilgili değerler genel olarak literatürlerde belirtilen değerler ile farklılık göstermiştir. b, c ve d parametrelerine ait değerlerin ise genel olarak literatürler ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Bu durum, araştırma materyalini oluşturan mandaların süt verimleri ile diğer araştırmaların yapıldığı sürülerin süt verimlerinin farklı olmasının bir sonucu olabileceği gibi, denetim aralıklarının (gün, hafta gibi) farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. b, c ve d parametrelerinin literatürlerle genel olarak uyumlu olması ise bu çalışmada süt verim kayıtları değerlendirilen Anadolu mandalarının laktasyon eğrilerinin tipik laktasyon eğrisi şeklinde olduğunu ifade etmektedir.

Laktasyon başlangıcındaki süt verimini ifade eden a parametresi ile ilgili en düşük değer Ters Polinomiyal, en yüksek değeri ise Wood, Cobby ve Le Du ve Üssel modeller kullanıldığında tespit edilmiştir. Yükselme hızını ifade eden b parametresi, 1., 2., 3. ve 4. laktasyonlarda Parabolik Üssel ve Logaritmik Linear modeller kullanıldığında negatif olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, aynı parametre Kuadratik model ile 1. ve 5. laktasyonlarda da negatif olarak belirlenmiştir. Cobby ve Le Du modeli kullanıldığında düşüş hızını ifade eden c parametresi ile ilgili en yüksek değer tespit edilmiştir. Tüm laktasyonlarda Logaritmik Kuadratik, Parabolik Üssel modeller ile, birinci, ikinci ve dördüncü laktasyonlarda ise Kuadratik model kullanıldığında da b parametresi negatif olarak belirlenmiştir. Logaritmik Linear model ile 1., 2., 3., 4., 5. ve tüm laktasyonlar için belirtme ve kalıntı standart sapma katsayıları sırası ile 0.980, 0.009; 0.816, 0.065; 0.455, 0.356; 0.881, 0.037; 0.664, 0.291 ve 0.951, 0.034 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada, tüm laktasyon ve modellerde en yüksek R² ve en düşük KSS değerler elde edildiği için Logaritmik Kuadratik ve Kuadratik modellerin en iyi uyumu gösteren modeller olduğu tespit edilmiştir. Anadolu Mandalarının kontrol günü süt verim kayıtlarından yararlanarak, laktasyon eğrisine ilişkin parametre tahminlerinin Kuadratik, Logaritmik Linear, Logaritmik Kuadratik, Linear Hiperbolik, Ters Polinomiyal, Wilmink modelleri ile yapıldığı bir çalışmada ^[10] model uyumlarının karşılaştırılmasında düzeltilmiş belirtme katsayısı (R²d) kullanılmış ve Logaritmik Kuadratik modelin laktasyon eğrisini tanımlamada kullanılan en uygun model olduğu belirlenmiştir. Murrah ırkı mandalar üzerinde yapılan bir çalışmada da ^[27] Wood, Multiple Regresyon, Logaritmik Kuadratik ve Linear Hiperbolik modeller karşılaştırılmış ve Logaritmik Kuadratik fonksiyonun en iyi model olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde yetiştirici koşullarındaki mandaların laktasyon verimlerinin değerlendirildiği bir çalışmada ^[28] en uygun modelin Logaritmik Kuadratik model olduğu tespit edilmiştir.

Hindistan'da yapılan bir çalışmada [29] laktasyon eğrilerinin tanımlanmasında kullanılan Logaritmik Kuadratik modelin, Wood ve Ters Polinomiyal modellerinden daha iyi sonuç verdiği bildirilmiştir. Bu bildirişler araştırma bulgusu ile benzerlik göstermektedir. Araştırma bulgusu ve bu bildirişlerin aksine, Brezilya'da yetiştirilen Murrah, Akdeniz ve Jafarabadi ırkı mandaların süt verimleri kullanılarak sekiz farklı matematik model ile tahmin edilen laktasyon eğrilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada [12] ise seçilen modeller içinde Wood modeli en uygun model olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan Hindistan'da nehir mandalarının süt verimlerinin değerlendirildiği çalışmalarda [29,30] laktasyon eğrilerinin tahmin edilmesinde Kuadratik modelin kullanılmasının uygun olduğu bildirilmiştir. Prasad [31] tarafından geliştirilen modelin Saf ve melez Murrah mandalarının laktasyon eğri şeklini açıklamada çok daha iyi sonuç verdiği bildirilmiştir. Belirtme katsayısı tüm laktasyonlar için değerlendirildiğinde; Logaritmik Kuadratik modelin laktasyon eğrisindeki varyasyonun %99.4'ünü, Kuadratik modelin %97.0'ını açıkladığı belirlenmiştir. Siyah Alaca sığırlarda laktasyon eğrisinin tahmininde Wood, Goodall ve Grossman modellerinin kullanıldığı bir çalışmada [9] en uygun model olarak Grossman modeli belirlenmiştir. Orhan ve Kaygısız [21], Wood, Üssel ve Parabolik Üssel fonksiyonların belirtme katsayılarını 0.626, 0.496 ve 0.611 olarak belirlemişlerdir. Söz konusu çalışmada R² yüksek, hata varyansı düşük olduğu için Wood modeli en iyi model olarak seçilmiştir. İtalya'da, Catillo ve ark.[32] farklı yaş gruplarına ayırdıkları mandaların laktasyon kayıtlarını Wood, Ters Polinomiyal, Üssel, Karışık Log, Polinomiyal Regresyon modeli ile incelemişler, bu modellere ait R² değerlerini 3 ve daha küçük yaşlı mandalarda sırası ile 0.99, 0.97, 0.98, 0.98, 0.99 olarak tespit etmişlerdir. İtalya'da yapılan bir diğer çalışmada [32] mandalar farklı beş yaş grubuna ayrılmış, yaş gruplarına göre belirtme katsayısının 0.99 olduğu, kalıntı standart sapma katsayılarının ise 0.042-0.054 arasında değiştiği belirlenmiştir. Araştırmacılar bu sonuçlara göre çalışmada incelenen bütün matematiksel fonksiyonların laktasyon eğrisine uyumunun çok yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada belirlenen belirtme katsayısı değerleri genel olarak literatür bildirişleri ile uyumlu bulunmuştur. Model uyumlarını değerlendirmede kriter olarak kullanılan kalıntı standart sapma katsayısı ne kadar küçük olur ise, kullanılan modelin laktasyon süt verimlerine uyumu o kadar yüksek olmaktadır. Kalıntı standart sapma, modelle tahmin edilen verimle, gerçek verim arasındaki sapmanın kullanıldığı bir değerdir [10,24,33]. Bu çalışmada, tüm laktasyonlarda en yüksek R² ve en küçük KSS değeri Logaritmik Kuadratik ve Kuadratik model ile tahmin edilmiştir. Bu araştırma bulgusunun aksine [20], Siyah Alaca sığırlarda en düşük KSS değeri laktasyon persistensi modeli kullanıldığında tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, Wood, Cobby ve Le Du, Üssel, Parabolik Üssel, Kuadratik, Ters Polinomiyal, Logaritmik Kuadratik, Logaritmik Linear modellerinin uyum ölçütlerine göre

Anadolu mandaları için laktasyon eğrisini tanımlayan en uygun modelin Logaritmik Kuadratik ve Kuadratik modeller olduğu tespit edilmiştir. Manda yetiştiriciliğinde, mandalara ait süt ve döl verim özellikleri ile beraber laktasyon eğrisinin şekli ve eğri ile ilgili bazı temel karakteristiklerin belirlenmesi başta sürü yönetimini kolaylaştırabileceği gibi, o sürüde uygulanabilecek seleksiyondaki başarıyı olumlu yönde etkileyecektir. Genetik ve çevresel faktörlerden etkilenebilen laktasyon eğrisi ve bu eğriye ait parametreler eğri tipini belirleyebildikleri gibi mandanın laktasyon verimini de etkileyebilmektedirler. Laktasyon eğrileri, kontrol günü süt verim kayıtlarından yararlanılarak laktasyon süt veriminin tahmin edilmesinde, laktasyon süreleri eşit olmayan mandaların karşılaştırılmasında, süt verimi düşük olan mandaların laktasyonun erken dönemlerinde ayıklanmasında, sürü idaresi ve optimum yemleme programlarının planlanmasında kullanılabilirlerdir. Genellikle laktasyonun erken dönemlerinde saptanan başlangıç verimi, malaklama ile ilk kontrol arasında geçen süre gibi laktasyon eğrisi ile ilgili özellikler uygulanacak seleksiyonda kriter olarak kullanılabilirlerdir. Mandalara ait bazı seleksiyona esas parametreler daha erken yaşta tespit edilebildiği için verimi düşük olan mandalar daha erken bir sürede ayıklanabilmekte, sürüde generasyonlar arası süre kısaltmakta, bu parametreler kullanılarak daha isabetli seleksiyon kararları alınabilmektedir. Anadolu mandalarında süt verimlerinin artırılması yönünde yürütülecek seleksiyon çalışmalarında Logaritmik Kuadratik ve Kuadratik modellerin kullanılması ile laktasyon eğrisinin şekli ve bu eğride bulunan parametreler yardımıyla kullanılan modele bağlı olarak bazı kriterler tespit edilip, yapılacak seleksiyon uygulamalarında daha yüksek isabet sağlanabilecektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesinde imkân sağlayan Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne ve Tokat İli Damızlık Manda Yetiştiricileri Birliğine ve proje teknik elemanlarına katkılarından dolayı teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

1. İzgi AN, Asker R: Mandalarda doğum mevsimi ve ilkinde doğurma yaşının laktasyon süresi ve süt verimi etkileri. *Mandaçılık Araştırma Enstitüsü*, Yayın No: 19. Afyon, 1988.
2. Özenç E, Vural MR, Şeker E, Uçar M: An evaluation of subclinical mastitis during lactation in Anatolian Buffaloes. *Turk J Vet Anim Sci*, 32 (5): 359-368, 2008.
3. Soysal Mİ: Manda ve ürünleri Üretimi, Tekirdağ, ISBN:9944-5405-1-X.245s, 2009.
4. Tüzemen N, Yanar M, Aydın R, Akbulut Ö, Yüksel S, Turgut L, Bayram B, Güler O: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftliğinde Yetiştirilen Siyah Alaca sığırların süt verim özelliklerine ilişkin genetik ve fenotipik parametre tahminleri. *Ulusal Hayvancılık '99 Kongresi* 21-24 Eylül, İzmir - Türkiye, 1999.
5. Ahmad M, Werf JHJ, Van Der, Javed K, Der Werf JHJ, Van, Van Der

Werf JHJ: Genetic and phenotypic correlations for some economic traits in dairy cattle, *Pak Vet J*, 21 (2): 81-86, 2001.

6. Şahin A: Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı işletmelerde yetiştirilen farklı sığır ırklarının süt ve döl verim özelliklerine ait genotipik ve fenotipik parametre tahmini. *Doktora Tezi*, Gaziosmanpaşa Üniv. Fen Bil. Enst., 2009.

7. İzgi AN, Asker R, Karabulut A, Sabaz S, Kozandağı M: Yerli İrk Mandaların Melezleme İle İslah Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. *Mandacılık Araştırma Enstitüsü*, Yayın No: 20, Afyon, 1989.

8. İlaslan M, Karabulut A, Aşkın Y, İzgi AN: Yerli mandalarda vücut yapısı, döl ve süt verimi üzerine araştırmalar. *Afyon Zirai Araştırma İstasyonu*, Yayın No: 14, Afyon, 1983.

9. Soysal Mİ, Mutlu F, Gürçan EK: A study of the lactation biometry of Black and White dairy cows raised in private farms in Turkey. *Trakia J Sci*, 3 (6): 11-16, 2005.

10. Gürçan EK, Soysal Mİ, Küçükkebaççı M, Yüksel MA, Genç S: Mandalarda laktasyon eğrisinin farklı modellerle karşılaştırılması. *VII. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi*, 14-16 Eylül 2011, Adana - Türkiye, 2011.

11. Kaygısız A: Yerli mandaların laktasyon eğrisi özellikleri. *Tarım Bil Derg*, 5 (1): 1-8, 1999.

12. Barbosa SBP, Pereira RGA, Santoro KR, Batista AMV, Ribeira Neto AC: Lactation curve of cross-bred buffalo under two production systems in the Amazonian region of Brazil. *Ital J Anim Sci*, 6 (Suppl. 2): 1075-1078, 2007.

13. Anwar M, Cain PJ, Rowlinson P, Khan MS, Muhammad A, Babar EM: Factors affecting the shape of the lactation curve in Nili-Ravi buffaloes in Pakistan. *Pakistan J Zool*, 9 (Suppl.): 201-207, 2009.

14. Cruz GRB, Ribeiro MN, Filho ECP: Estimates of lactation curve parameters of cattle. *Arch Zootec*, 58 (224): 695-704, 2009.

15. Torshizi ME, Aslamenejad AA, Nassiri MR, Farhangfar H: Comparison and evaluation of mathematical lactation curve functions of Iranian primiparous Holsteins. *South African J Anim Sci*, 41 (2): 104-115, 2011.

16. Statistica: Statistica for Windows PC 5.0 1995. *Stat Soft. Inc.* 2325 East 13th Street, Tulsa, OK74104, USA, 1995.

17. Keskin İ, Memmedova N, İlhan F, Dağ B, Mikailsoy F: Comparison of eleven mathematical models for describing the first lactation curve of Holstein Cattle in Turkey. *Second International Symposium on Sustainable Development*, 8-9 June, Sarajevo, 246-255, 2010.

18. Orman MN, Ertuğrul O: Holştayn ineklerin süt verimlerinde üç farklı laktasyon modelinin incelenmesi. *Türk J Vet Anim Sci*, 23, 605-614, 1999.

19. Olori VE, Brotherstone S, Hill WG, McGuirk BJ: Fit of standart models of lactation curve to weekly records of milk production of cows in

single herd. *Livest Prod Sci*, 58, 55-63, 1999.

20. Vargas B, Koops WJ, Herrero M, Van Arendonk JAM: Modelling extended lactations of dairy cows. *J Dairy Sci*, 83 (6): 1371-1380, 2000.

21. Orhan H, Kaygısız A: Siyah Alaca sığırlarda farklı laktasyon eğrisi modellerinin karşılaştırılması. *Hayvansal Üretim*, 43 (1): 94-99, 2002.

22. Keskin İ, Çilek S, İlhan F: Polatlı tarım işletmesinde yetiştirilen Siyah Alaca sığırların laktasyon eğrisi özellikleri. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 15 (3): 437-442, 2009.

23. Orman MN, Ertuğrul O, Cenan N: Güney Anadolu Kırmızısı sığır ırkında laktasyon eğrisinin özellikleri. *Lalahan Hay Araş Enst Derg*, 40 (2): 17-25, 2000.

24. Çankaya S, Ünalın A, Soydan E: Selection of a mathematical model to describe the lactation curves of Jersey cattle. *Arc Tierz*, 54 (1): 27-35, 2011.

25. Aziz MA, Shalaby NA, El-Shafie OM, Mahdy AT, Nishida A: Comparison between the shapes of lactation curve of Egyptian buffalo milk yield estimated by the incomplete gamma function and a new model. *Livest Res Rural Develop*, 18 (5): 2006. <http://www.lrrd.org/lrrd18/5/aziz18059.htm>, Accessed: 19.02.2014.

26. Coletta A, Caso C, Castrillo M, Parlato M, Zullo A, Zicarelli L: Fit of the Wood function to milk yield data collected by different recording systems in Mediterranean Italian buffalo. *Ital J Anim Sci*, 6 (Suppl. 1): 503-505, 2007.

27. Fraga LM, Gutierrez M, Fernandez L, Fundora O, Gonzalez ME: Preliminary study of lactation curves in graded Murrah buffaloes. *Cuban J Agri Sci*, 37 (2): 149-153, 2003.

28. Sing RP, Gopal R: Lactation Curve analysis of buffaloes maintained under village conditions. *Indian J Anim Sci*, 52 (12): 1157-1160, 1982.

29. Sherchand L, Mcnew RW, Kellogg DW, Ve Johnson ZB: Selection of a mathematical model to generate lactation curves using daily milk yields of holstein cows. *J Dairy Sci*, 78, 2507-2513, 1995.

30. Landete-Castillejos T, Gallego TL: Technical note: The ability of mathematical models to describe the shape of lactation curves. *J Anim Sci*, 78, 3010-3013, 2000.

31. Prasad S: Modeling of lactation curves of dairy animals. *J Appl Anim Res*, 24, 79-84, 2003.

32. Catillo G, Macciotta NPP, Carretta A, Cappio-Borlino A: Effects of age and calving season on lactation curves of milk production traits in Italian Water Buffaloes. *J Dairy Sci*, 85, 1298-1306, 2002.

33. Güler O: Atatürk Üniversitesi Tarım İşletmesi koşullarında yetiştirilen Siyah Alaca sığırlarda laktasyon eğrisi parametrelerinin ve persistensi değerlerinin farklı modeller ile tespiti ve etkili çevre faktörlerinin belirlenmesi. *Doktora Tezi*, Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst., 2006.