

ESMER İRK İNEKLERE AİT LAKTASYON EĞRİSİ PARAMETRELERİNİN FARKLI MATEMATİKSEL MODELLERLE TESPİTİ VE BU PARAMETRELERE BAZI ÇEVRESEL FAKTÖRLERİN ETKİSİ*

(Determination with different mathematical models of lactation curve parameters of Brown Swiss cows and the effects of some environmental factors on these parameters)

Sadrettin YÜKSEL¹

Mete YANAR²

¹ Dođu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ERZURUM

² Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, ERZURUM

Geliř Tarihi: 28.10.2008

Kabul Tarihi: 18.02.2009

ÖZET

Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Çiftliği'nde yetiştirilen Esmir ırkı ineklere ait 718 laktasyon kaydı farklı modellerle incelenerek, laktasyon eğrisi parametrelerine sistematik çevre faktörlerinin etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, gamma fonksiyonunu esas alan Wood Modeli, ters polinomial fonksiyon ve indirgenmiş laktasyon persistensi modellerinden yararlanılmıştır. Wood modeliyle elde edilen parametrelerden $\ln A$ ya buzağılama yılının etkisi, b 'ye buzağılama mevsiminin etkisi, c 'ye de laktasyon sırası ve buzağılama mevsiminin etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Öte yandan, ters polinomial fonksiyonla tespit edilen parametrelerden A_1 'e laktasyon sırası ve buzağılama mevsiminin, A_2 ' ye ise yalnızca buzağılama mevsiminin etkisi çok önemli ($P<0.01$) olmuştur. İndirgenmiş laktasyon persistensi modeli ile belirlenen parametrelerden Y_p ' ye laktasyon sırası ve buzağılama yılı, t_1 ve b_3 ' e ise buzağılama yılının çok önemli ($P<0.01$) etki ettiği saptanmıştır. Laktasyon eğrisi parametreleri bakımından yapılacak bir seleksiyon öncesinde, bu ölçütlere ilişkin fenotipik değerlerin etkili olduğu belirlenen çevre faktörlerine göre düzeltilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Esmir inek, laktasyon eğrisi parametreleri, çevresel faktörler

ABSTRACT

Data on 718 lactation records pertaining to Brown Swiss cows reared in Research Farm of College of Agriculture at Atatürk University were analyzed to find out the effects of some systematic environmental factors on the parameters of lactation curve obtained from different models. For this purpose, Wood model based on gamma function, inverse polynomial function and reduced lactation persistency models were utilized in this study. The effects of calving year, calving season as well as parity and calving season on the $\ln A$, b , c values obtained from Wood model were significant ($P<0.05$) respectively. On the other hand, the effects of parity and calving season as well as calving season on A_1 and A_2 calculated from inverse polynomial function were highly significant ($P<0.01$) respectively. The effects of parity and calving year on Y_p , t_1 and the influences of calving year on t_1 and b_3 determined from reduced lactation persistency models were highly significant ($P<0.01$). It was concluded that the phenotypic values must be standardized according to significant environmental factors before a selection regarding with lactation curve parameters.

Key words: Brown Swiss cow, Lactation curve parameters, environmental factors

*Doktora tezinin bir kısmından hazırlanmıştır.

1. GİRİŞ

Genetik yapıyla birlikte çevre faktörlerinin de ıslah edilmesi, verim artışı bakımından oldukça önemlidir. Sığırlarda süt verimini artırmak için, son yıllarda dikkate alınan seleksiyon kriterlerinden birisi olan laktasyon eğrisi parametrelerinin tespiti ve kullanımı üzerinde yoğun olarak durulmaktadır (11, 23).

İnekler, doğumu takiben yaklaşık 7-8 hafta sonra maksimum (pik) süt verimine ulaşırlar ve bu verim düzeyi yaklaşık 1 ay sürer. Ardından başlangıçtaki artıştan daha düşük bir hızla azalarak kuruya çıkarlar. Kuruya çıkmakla son bulan dönem laktasyon dönemi, bu değişiklikleri simgeleyen grafikte laktasyon eğrisi olarak adlandırılır (2). Laktasyon eğrilerinin şekli ekonomik bakımdan önem arz eder ve değişimlerini açıklamada değişik matematiksel fonksiyonlar kullanılır. Laktasyon süresince süt verimi fazla dalgalanmalar göstermeyen bir inek, sütünün büyük bir kısmını laktasyon başlarında, az bir kısmını da son dönemlerde veren bir ineğe göre tercih edilir (28). Laktasyon eğrileri normal bir seyir izleyen süt sığırları, daha az kesif yeme ihtiyaç duymaları, ekonomik ve etkili yemlenmeleri, genç ve yaşlı inekler için eşit iş gücü kullanma imkanı sağlamaları, daha az stres ve fizyolojik yüklerle karşılaşmaları, buna bağlı olarak üreme ve metabolik hastalıklara yakalanma risklerinin daha az olması gibi avantajlarından dolayı daha çok tercih edilirler (1).

Bu çalışmada, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Çiftliği'nde yetiştirilen Esmer ırk ineklerin laktasyon eğrisi parametrelerinin değişik matematiksel modellerle tahmini ve incelenen fonksiyonlarda yer alan parametreler üzerine sistematik çevre faktörlerinin (laktasyon sırası, verim yılı, buzağılama mevsimi, servis periyodu grubu) etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Çiftliği'nde yetiştirilen Esmer ırk sığırlara ait 12 yıl süreli 718 adet laktasyon verim kaydı bu araştırmanın materyalini oluşturmuştur. Söz konusu işletmede hayvanlar mevsimlere göre açık veya kapalı ahırlarda barındırılmışlardır. Sürü Haziran-Ekim ayları arasında meraya çıkarılıp yarı entansif bir uygulamaya gidilmiştir. Meradan dönen hayvanlara, sağım sırasında 2.5-3 kg/baş süt yemi verilmiştir. Mera dönemi dışında ise genel bir kış yemlemesi olarak kuru yonca, kuru korunga ve kuru çayır otuna ilaveten kesif yem yedirilmiştir.

Süt Veriminin Tespiti ve Hesaplanması

Süt kontrollerinde "Süt Hayvanlarında Ekonomikliği Belirleme Uluslararası Komitesi - Internationales Komitee zur Ermit lunge Wirtschaftlichst von Milchtieren (IKEWM)" in prensiplerine uyulmuştur. Buna göre buzağılamanın ertesi günü laktasyonun başlayıp, son kontrol gününü takiben kontrol aralığının yarısı kadar bir süre sonunda laktasyonun tamamlandığı farz edilmiştir. Aylık kontrollerde bu süre 15 gün olarak alınmıştır. Bu prensiplere bağlı kalarak, 305 günlük süt verimleri söz konusu komitenin bildirdiği 2. metoda göre hesaplanmıştır (1).

Gamma Fonksiyonunun Uygulanışı

Laktasyon eğrilerinin şeklini ve bu eğrileri açıklamada gerekli olan parametrelerin belirlenmesinde kullanılan metotlardan biri Gamma Fonksiyonunu temel alan Wood (26) 'un bildirdiği, $Y_n = a n^b e^{-cn}$ şeklindeki modeldir. Eşitlikte yer alan terimlerden Y_n , n. gündeki laktasyon süt verimini; a, b, c laktasyon eğrisinde birer parametre olup bunlardan a: laktasyonun başlangıç değerini, b: laktasyonun yükseliş eğimini, c: laktasyonun iniş eğimini, n: buzağılamadan kontrol sağımının yapıldığı güne kadar geçen süreyi

(gün) belirtmektedir. Bu parametrelerin tahmini her bir laktasyon için ayrı ayrı yapılmıştır. Tahminlenen katsayılar kullanılarak Wood (26) 'un bildirdiği formüllerle;

$$\text{Pike ulaşım günü, } T_{\max} = b/c,$$

$$\text{Pik süt verimi, } Y_{\max} = a (b/c)^b e^{-b},$$

değerleri de hesaplanmıştır.

Ters (İnvers) polinomiyal fonksiyonun uygulaması

Araştırmada kullanılan diğer bir laktasyon eğrisi modeli de Nelder (14) 'in bildirildiği

$$Y_n = n \left(\frac{1}{(A_0 + A_1 n + A_2 n^2)} \right) \text{ şeklindeki}$$

fonksiyondur. Modelde yer alan terimlerden A_0 : laktasyonun yükseliş eğimini, A_1 : laktasyon eğrisinin yükselişi ile inişi arasındaki açılımın ölçüsünü, A_2 ise laktasyon eğrisinin iniş eğimini, n ise kontrol sağımının yapıldığı laktasyon haftasını göstermektedir. Tespit edilen fonksiyonlarda A_0 'ın negatif olması halinde laktasyon eğrisi atipik bir hal almaktadır. Bu sebeple söz konusu olan bu modelle tespit edilen laktasyon eğrisi parametreleri için A_0 değerli negatif olan laktasyonlar değerlendirme dışı tutulmuştur.

İndirgenmiş Laktasyon Persistensi Modelinin Uygulanışı

Laktasyon eğrilerinin şeklini belirlemede kullanılan bir başka fonksiyon ise,

$$Y_t = \frac{Y_p}{t_1} t - \frac{Y_p}{t_1} \ln \left(\frac{e^t + e^{t_1}}{(1 + e^{t_1})} \right) + b_3 \ln \left(\frac{e^t + e^{t_1+p}}{(1 + e^{t_1+p})} \right)$$

biçiminde Grossman (7) tarafından önerilen modeldir. Modeldeki terimlerden Y_t : t. süredeki verim, t_1 : pike ulaşma zamanı, Y_p : pik verim, b_3 : pikin sonundan laktasyon sonuna kadarki azalışın oranı, P : persistensi değerlerini ifade etmektedir.

İstatistiksel Analizler

Laktasyon eğrisi şeklini belirlemek amacıyla kullanılan fonksiyonlarda, parametre katsayılarının tahmini SPSS paket programı, nonlinear seçeneği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ele alınan çevresel faktörlerin bu parametrelere etkisini belirlemede Genelleştirilmiş Linear Model prosedürü, faktörler içindeki farklılıkların belirlenmesinde ise Duncan Çoklu Karşılaştırma testi kullanılmıştır. Hesaplamalar sırasında SPSS-10.0, MINITAB paket programlarındaki ilgili prosedürlerden yararlanılmıştır. Bu amaçla değerlendirmeye alınan çevresel faktörlerden yıllar 12; mevsimler ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış olmak üzere 4; laktasyon sıraları 1., 2., 3., 4., 5., 6+üstü biçiminde 6; servis periyodu grupları ise Schaeffer (18, 19), Weller (25)'in bildirişleri doğrultusunda, bilgi yok, ≤ 60 , 61-90, 91-120, 121-150, ≥ 151 biçiminde 6 gruba ayrılarak sınıflandırılmıştır. Araştırmada ele alınan çevresel faktörlerin etkenlerin laktasyon eğrisi parametreleri etkisini istatistiksel olarak belirlemek için aşağıdaki matematik model kullanılmıştır,

$$Y_{ijkl} = \mu + VY_i + DM_j + LS_k + SPG_l + b_1(X_{ijkl} - \bar{X}) + b_2(X_{ijkl} - \bar{X})^2 + c_1(X_{ijkl} - \bar{X}) + c_2(X_{ijkl} - \bar{X})^2 + e_{ijkl}$$

Modeldeki terimlerden, Y_{ijkl} : i'inci buzağılama yılı, j'inci doğum mevsimi, k'inci laktasyon sırası, l'inci servis periyodu grubu için gözlem, μ : genel ortalama, VY_i : i'inci buzağılama yılının etkisi (i = 1,..12), DM_j : j'inci doğum mevsiminin etkisi (j=1,..4), LS_k :k'inci laktasyon sırasının etkisi (k = 1,..6), SPG_l : l'inci servis periyodu grubunun etkisi (l= 1,..6), b_1, b_2 : buzağılama yaşının (ay) linear ve kuadratik etkisi, c_1, c_2 : buzağılama ile ilk kontrol arası geçen sürenin (gün) linear ve kuadratik etkisi, e_{ijkl} : genel hata değerlerini göstermektedir. Atipik ve tipik laktasyon eğrilerinin sayılarının laktasyon sırası ve mevsimlere bağımlılığı Ki-kare

analizi ile test edilmiştir (29). Ayrıca çeşitli parametreler arasında fenotipik korelasyonlar da hesaplanmıştır (8).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Gamma fonksiyonuyla belirlenen laktasyon eğrisi tipleri, bu eğrilere ait parametreler ve etkili çevre faktörleri

Toplam 718 adet laktasyon kaydı Gamma fonksiyonu ile değerlendirilmiştir. B negatif, c pozitif ise down-hill, b ve c negatif ise konkav eğri olarak isimlendirilmiştir. Parametreler Shimizu ve Umrod (22) 'nin bildirişlerine göre sınıflandırılmıştır. A_0 değeri negatif olanlar Tekerli (23) 'nin bildirdiği gibi atipik eğri olarak nitelendirilip değerlendirme dışı bırakılmıştır. Bu çalışmada atipik eğrilerin mevsime bağımlı olmadığı saptanmıştır. Bununla birlikte kış ve yaz döneminde başlayan laktasyonlara ait atipik laktasyon sayıları nispeten ilkbahar ve sonbahara göre daha düşük olmuştur. İlkbaharda buzağılayan ineklerde atipik eğrilerinin çoğunluğu down-hill, sonbaharda laktasyona girenlerde ise konkav yapı göstermiştir (Tablo 1). Burada yeşil taze yemlerle laktasyona başlamanın

etkisi belirgin olarak görülmektedir. Benzer bulgular Ohahsi (15) tarafından da bildirilmiştir.

Gamma fonksiyonu ile belirlenen $\ln A$, b, c, Y_{\max} , ve T_{\max} değerlerine ait en küçük kareler ortalamaları, standart hataları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur. Laktasyon sırasının, c parametresinde çok önemli ($P < 0.01$) varyasyona neden olduğu, bu sonucun literatür bildirişleriyle uyumlu olduğu görülmüştür (9, 16, 20, 27, 30). $\ln A$ ve b parametreleri laktasyon sırasından etkilenmemiştir. Bu bulgu, diğer araştırma sonuçları ile uyum içerisinde bulunmuştur (1, 10, 12, 13, 24). Buzağılama yılı ile $\ln A$ arasındaki etkileşim, Batra (3), Rao ve Sundaresan (6) ve Schneeberger (20) 'in bildirişleriyle, b ve c ile etkileşimi Madalena (12), Rowlands (17), Tekerli (23) 'nin bulgularıyla benzerlik göstermiştir. Buzağılama mevsiminin b parametresi üzerine etkisi (3, 5, 12, 16, 20)'nın bulgularından farklı olarak önemli ($P < 0,05$) bulunmuştur. Servis periyodu grubunun $\ln A$, b ve c değerine etkisi Grossman (6) ve Tekerli (23) ile benzerlik göstermiştir.

Tablo 1. Tipik ve atipik laktasyon eğrilerinin mevsim ve laktasyon sırasına göre dağılımı

	Gamma fonksiyona göre			Ters polinomial fonksiyonuna göre		
	Atipik eğri sayısı	Tipik eğri sayısı $\ln A$, b, c (+)	Toplam	Atipik eğri sayısı	Tipik eğri sayısı	Toplam
Mevsimler						
İlkbahar	43 (%20.4)	168 (%79.6)	211	39 (% 18.9)	167 (% 81.1)	206
Yaz	33 (%28.0)	85 (%72)	118	58 (% 43.3)	76 (% 56.7)	134
Sonbahar	49 (%25.7)	142 (%74.3)	191	30 (% 18.2)	135 (% 81.8)	165
Kış	36 (%22.2)	162 (%81.8)	198	75 (% 35.2)	138 (% 64,8)	210
Toplam	161(%22.4)	557 (%77.6)	718	202 (% 28.2)	516 (% 71.8)	718
Laktasyonlar						
1	60 (%21.6)	218 (%78.4)	278	38 (% 16.6)	191 (% 83.4)	229
2	35 (%19.5)	145 (%80.5)	180	50 (% 27.2)	134 (% 72.8)	184
3	24 (%23.3)	79 (%76.7)	103	41 (% 36.3)	72 (% 63.7)	113
4	20 (%31.8)	43 (%68.2)	63	16 (% 27.6)	42 (% 72.4)	58
5	12 (%33.4)	24 (%66.6)	36	23 (% 47.9)	25 (% 52.1)	48
6+	10 (%17.3)	48 (% 82.7)	58	34 (% 39.6)	52 (% 60.4)	86
Toplam	161(%22.4)	557 (%77.6)	718	202 (% 28.2)	516 (% 71.8)	718

Buzağılama yaşının $\ln A$ ve b parametrelerinde linear ve kuadratik etkisi Grossman (6) 'nın 1. laktasyon bulgularıyla paralellik göstermiştir. Laktasyon sırasının, Y_{\max} değerine etkisi çok önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Bu durum Rao ve Sunderasan (16), Tekerli (24) ve Yılmaz (30)' ın, T_{\max} değerine etkisi ise Kaygısız (10)' ın bulgularıyla benzerlik göstermiştir. Y_{\max} ve T_{\max} değerlerine, buzağılama yılının etkisi Tekerli (23)' nin, doğum mevsiminin etkisi Kaygısız (9) ve Schneeberger (20)' in bulgularıyla benzerlik göstermiştir. Diğer yandan servis periyodu grubunun Y_{\max} ve T_{\max} değerlerine olan etkisiyle Akbulut (1) bulguları arasında paralellik görülmüştür. Benzer durum buzağılama yaşının linear etkisi ile Schneeberger (20)' in bulguları arasında görülmüştür.

Gamma laktasyon eğrisi parametreleri ve 305 gün süt verimi arasındaki fenotipik korelasyonlar

Gamma fonksiyon eğrisi parametreleri ve 305 gün süt verimi arasındaki fenotipik korelasyonlar Tablo 3'de sunulmuştur. $\ln A$, b ve c arasındaki negatif ilişkiler literatür bulguları ile uyum içersindedir (1, 4, 20, 21, 23). Bu sonuçlar, laktasyona yüksek verimle başlayan ineklerin maksimum verime ulaşma hızının (b), ve maksimum verimden sonra azalma değerinin (c) düşük olacağını göstermektedir. Bu tip hayvanlarda pik süt verimleri yüksek, pik verimine ulaşma süreleri daha kısa, buna karşın persistensileri daha düşük olmaktadır. Ayrıca laktasyona yüksek süt verimi ile başlayan ineklerde 305 günlük süt verimleri de daha yüksek olmaktadır (Tablo 3).

Ters polinomiyal fonksiyonuna göre belirlenen laktasyon eğrisi tipleri, bu eğrilere ait parametreler ve etkili çevre faktörleri

Bu fonksiyona göre değerlendirilen laktasyon eğrisi tipleri Tablo 1'de, laktasyon eğrisi parametrelerine ait en küçük kareler ortalamaları, standart hataları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 2' de sunulmuştur. A_0 parametre değeri negatif olan laktasyonlar "atipik laktasyon" olarak kabul edilip değerlendirme dışı bırakılmıştır. Tipik ve atipik laktasyonların dağılımı mevsimlere bağımlı olduğu saptanmıştır ($P<0.01$). Laktasyon sırası A_0 ile A_2 'de önemli ($P<0.05$), A_1 de ise çok önemli ($P<0.01$) etki göstermiştir. Buzağılama yılının, A_0 , A_1 ve A_2 parametrelerine etkili olmayışı Batra (3)'nin 2. ve 3. laktasyondaki sığırlara ait bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

Buzağılama mevsiminin A_1 ve A_2 parametrelerine etkisi çok önemli ($P<0.01$) olup Batra (3) ve Tekerli (23) 'nin sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir. Öte yandan servis periyodu grubu için tespit edilen sonuçlar Tekerli (23) ile benzerlik, ancak Batra (3)'nin bulgularından farklılıklar arz etmiştir. Buzağılama yaşının linear ve kuadratik etkileri A_0 , A_1 ve A_2 parametrelerinde önemsiz bulunmuştur. Paralel sonuçlar Tekerli (23) tarafından da rapor edilmiştir.

Ters polinomiyal fonksiyon parametreleri ile 305 gün süt verimi arasındaki fenotipik korelasyonlar

Ters Polinomiyal fonksiyona ait parametreler arasındaki fenotipik korelasyon değerleri Tablo 4'de sunulmuştur. Pik süt verimine yükselme eğimini yansıtan A_0 parametresi ile maksimum verimi izleyen iniş eğimini ifade eden A_2 değeri arasında pozitif ve A_0 ile A_1 parametreleri arasında da negatif ilişki çok önemli ($P<0.01$) olup literatür bildirişlerinden farklılık göstermiştir (4, 23). Araştırmada A_0 , A_1 ve A_2 parametreleri ile 305 gün verimi arasında ise negatif ($P<0.01$) ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. Gama Fonksiyonu ve Ters Polinomial Fonksiyonla belirlenen laktasyon eğrisi parametrelerine ait en küçük kareler ortalamaları, standart hataları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		lnA	b	c	Y_{max}	T_{max}		A_0	A_1	A_2
	N	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	N	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
μ	557	1.510±0.14	0.31±0.03	0.03±0.01	11.1±0.4	59.0±3.4	516	0.71±0.09	0.29±0.02	0.003±0.0
Laktasyon		ö.d	ö.d	**	**	ö.d		ö.d	**	ö.d
1	218	1.55±0.16	0.35±0.04	0.07±0.01 ^a	12.4±0.5 ^a	58.5±3.7	191	0.76±0.11	0.58±0.03 ^a	0.003±0.0
2	145	1.43±0.11	0.40±0.03	0.06±0.01 ^a	13.5±0.3 ^a	60.2±2.8	134	0.96±0.12	0.40±0.03 ^{ab}	0.004±0.0
3	79	1.35±0.17	0.34±0.04	0.08±0.01 ^a	13.5±0.5 ^a	57.1±4.2	72	0.72±0.16	0.33±0.04 ^b	0.003±0.0
4	43	1.70±0.26	0.22±0.06	0.00±0.02 ^b	13.6±0.8 ^a	61.8±6.6	42	0.28±0.20	0.39±0.05 ^b	0.003±0.0
5	24	1.56±0.35	0.25±0.09	0.01±0.03 ^b	6.7±1.1 ^b	58.9±8.3	25	0.59±0.28	0.03±0.07 ^c	0.003±0.0
6 + üstü	48	1.45±0.42	0.26±0.10	-0.02±0.03 ^b	6.5±1.3 ^b	57.3±9.9	52	0.93±0.33	0.00±0.09 ^c	0.003±0.0
Yıllar		*	ö.d	ö.d	**	**		ö.d	ö.d	ö.d
1988	9	2.10±0.43 ^a	0.32±0.11	0.05±0.04	11.1±1.3 ^{abc}	58.6±9.9 ^{abc}	8	0.663±0.4	0.36±0.12	0.004±0.0
1989	11	1.99±0.39 ^a	0.28±0.10	0.03±0.03	9.0±1.2 ^c	57.6±9.5 ^{abc}	9	0.386±0.4	0.29±0.11	0.004±0.0
1990	30	0.91±0.28 ^d	0.39±0.07	0.03±0.02	10.6±0.9 ^{abc}	67.2±6.7 ^{ab}	29	0.335±0.2	0.40±0.06	0.002±0.0
1991	30	1.10±0.28 ^{cd}	0.36±0.07	0.02±0.02	11.4±0.9 ^{abc}	68.8±6.5 ^a	26	0.699±0.2	0.23±0.07	0.004±0.0
1992	29	1.42±0.26 ^{bcd}	0.26±0.06	0.00±0.02	10.7±0.8 ^{abc}	64.4±6.4 ^{abc}	31	0.603±0.2	0.37±0.06	0.003±0.0
1993	63	1.81±0.19 ^{ab}	0.24±0.05	0.02±0.01	12.0±0.6 ^{ab}	50.4±4.6 ^{bc}	52	1.203±0.1	0.23±0.04	0.003±0.0
1994	50	1.42±0.20 ^{bcd}	0.30±0.05	0.06±0.01	11.0±0.6 ^{abc}	48.8±4.5 ^c	47	0.461±0.1	0.28±0.05	0.003±0.0
1995	66	1.41±0.18 ^{bcd}	0.34±0.04	0.04±0.01	12.4±0.5 ^a	58.8±4.2 ^{abc}	64	0.793±0.1	0.30±0.04	0.003±0.0
1996	48	1.66±0.19 ^{abc}	0.27±0.05	0.02±0.01	12.6±0.6 ^a	61.1±4.8 ^{abc}	45	0.870±0.1	0.29±0.05	0.003±0.0
1997	51	1.38±0.19 ^{bcd}	0.33±0.05	0.04±0.01	11.2±0.6 ^{abc}	62.1±4.6 ^{abc}	51	0.930±0.1	0.20±0.05	0.003±0.0
1998	66	1.56±0.19 ^{abc}	0.30±0.04	0.03±0.01	11.4±0.6 ^{abc}	54.9±4.5 ^{abc}	63	0.791±0.1	0.23±0.04	0.003±0.0
1999	57	1.41±0.19 ^{bcd}	0.29±0.04	0.06±0.01	9.9±0.6 ^{bc}	62.2±4.6 ^{abc}	57	0.803±0.1	0.29±0.04	0.003±0.0
2000	47	1.41±0.21 ^{bcd}	0.28±0.05	0.02±0.02	10.3±0.6 ^{abc}	52.0±5.1 ^{abc}	34	0.743±0.2	0.29±0.06	0.003±0.0
Mevsimler		ö.d	*	**	**	**		ö.d	**	**
İlkbahar	168	1.46±0.15	0.36±0.03 ^a	0.07 ^a ±0.01	11.6±0.4 ^{ab}	41.2±3.6 ^c	167	0.68±0.12	0.29±0.03 ^{ab}	0.003±0.0 ^b
Yaz	85	1.53±0.18	0.31±0.04 ^{ab}	0.03 ^b ±0.01	12.0±0.5 ^a	60.5±4.3 ^b	76	0.73±0.16	0.26±0.04 ^b	0.004±0.0 ^a
Sonbahar	142	1.62±0.18	0.26±0.04 ^b	0.02 ^b ±0.01	9.8±0.5 ^c	70.3±4.4 ^a	135	0.76±0.14	0.24±0.03 ^b	0.003±0.0 ^b
Kış	162	1.42±0.16	0.29±0.04 ^{ab}	0.01 ^b ±0.01	10.7±0.5 ^{bc}	64.0±4.0 ^{ab}	138	0.68±0.13	0.37±0.03 ^a	0.002±0.0 ^b
Servis Periyodu		ö.d	ö.d	ö.d	ö.d	**		ö.d	ö.d	ö.d
Bilgi yok	55	1.41±0.21	0.32±0.05	0.04±0.02	11.6±0.6	54.7±4.9 ^{cd}	47	1.00±0.19	0.30±0.05	0.004±0.0
≤ 60	124	1.43±0.17	0.35±0.04	0.05±0.01	10.7±0.5	61.4±4.2 ^{bc}	115	0.73±0.14	0.22±0.04	0.003±0.0
61 – 90	142	1.51±0.17	0.33±0.04	0.03±0.01	11.3±0.5	72.5±4.1 ^a	140	0.75±0.14	0.25±0.03	0.003±0.0
91 -120	92	1.58±0.19	0.29±0.04	0.02±0.01	10.8±0.6	68.0±4.4 ^{ab}	81	0.61±0.15	0.37±0.04	0.003±0.0
121-150	38	1.44±0.23	0.29±0.06	0.04±0.02	10.3±0.7	52.8±5.4 ^{cd}	33	0.77±0.22	0.30±0.06	0.003±0.0
≥ 151	106	1.67±0.17	0.26±0.04	0.02±0.01	11.6±0.5	44.7 ±3.9 ^d	100	0.40±0.13	0.30±0.03	0.003±0.0
L ¹		0.021590	0.004559	0.000572	0.118630	-0.145300		0.010830	-0.000001	-0.000234
K ¹		-0.000102	-0.000024	-0.000003	-0.000574	0.001091		-0.000040	0.000000	0.000001
L ²		0.016580	-0.001036	0.000102	-0.050440	-0.197900		-0.006690	-0.000002	-0.000067
K ²		-0.000645	0.000080	-0.000000	-0.000612	0.002310		0.000063	0.000000	0.000001

a-d: Bir sütündeki farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır; * : P< 0.05, ** : P< 0.01; L¹: buzağılama yaşı linear regresyon katsayısı, K¹ : buzağılama yaşı kuadratik regresyon katsayısı, L² : buzağılama ile ilk test günü arasındaki linear regresyon katsayısı, K² : buzağılama ile ilk test günü arasındaki kuadratik regresyon katsayısı; ö.d: önemli değil.

Tablo 3. Gama Fonksiyonuna ait parametreler ile 305 gün süt verimi arasındaki fenotipik korelasyon değerleri

	LnA	b	c	Y_{max}	T_{max}	S
b	-0.825**	-	-	-	-	-
c	-0.204**	0.280**	-	-	-	-
Y_{max}	0.134**	0.115**	-0.044	-	-	-
T_{max}	-0.108**	0.084*	-0.046	0.052	-	-
S	-0.601**	0.698**	-0.115**	0.205**	0.210**	-
305 gün süt verimi	0.260**	-0.147**	0.013	0.257**	-0.078	0.012

* : $P < 0.05$ ** : $P < 0.01$

İndirgenmiş laktasyon persistensi modeli laktasyon eğrisi parametreleri ve bu parametrelere çevre faktörlerinin etkileri

İndirgenmiş laktasyon persistensi modeline göre tespit edilmiş laktasyon eğrisi parametrelerine ait en küçük kareler ortalamaları, standart hataları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 5' de

verilmiştir. Ele alınan çevresel faktörlerden laktasyon sırasının parametreleri üzerinde istatistiksel olarak etkili olmadığı (sadece Y_p üzerine önemli ($P < 0.05$) olduğu saptanmıştır. Buzağılama yılı, Y_p , t_1 ve b_3 parametrelerinde çok önemli ($P < 0.01$) varyasyonlara neden olduğu tespit edilmiştir. Pik süt verimine ulaşma zamanı bakımından da yıllar arasında önemli farklar bulunmamıştır ($P > 0.05$).

Tablo 4. Ters Polinomiyal fonksiyona ait parametreler ve 305 gün süt verimi arasındaki fenotipik korelasyon değerleri

	A_0	A_1	A_2
A_1	-0.247**	-	-
A_2	0.279**	-0.418**	-
305 gün süt verimi	-0.163**	-0.296**	-0.285**

* : $P < 0.05$ ** : $P < 0.01$, A_0 : pik süt verimine ait yükselme eğimi, A_1 : laktasyon eğrisi açısı, A_2 : maksimum verimi izleyen iniş eğimi

İndirgenmiş laktasyon persistensi modeli parametreleri arasındaki fenotipik korelasyonlar

Bu modele göre belirlenen fenotipik korelasyonlar Tablo 6'da sunulmuştur. Pik süt verimi ile 305 gün süt verimi arasında pozitif ve çok önemli ($P < 0.01$) ilişki bulunduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak, 3 ayrı laktasyon eğrisi modeliyle elde edilen verilere göre Esmer ırkı ineklerde yapılacak ıslah çalışmalarında, belirlenen önemli çevresel faktörler göz önünde tutularak düzeltme yapılması önerilmiştir. Böylece fenotipik değerlerin

kullanımı ile fenotipten genotipi tahmin etmedeki isabet derecesi yükselecek ve seleksiyonla sağlanan ilerleme artabilecektir.

Değişik parametrelerin ele alındığı modeller kullanılarak eğrilerin şekli belirlenmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda süt kontrol günü sayısı az olan, yada herhangi bir sebeple kısa laktasyon süresine sahip hayvanların değerlendirilmesinde gamma fonksiyonu ve ters polinomiyal fonksiyonlar kullanıldığında bazı sonuçlara ulaşılmıştır. Ancak İndirgenmiş laktasyon persistensi modeli belirli sayının altına düşen laktasyon kayıtlarında herhangi bir sonucun bulunmasına imkan tanımamıştır.

Tablo 5. İndirgenmiş Laktasyon Persistensi Modeliyle belirlenen laktasyon eğrisi parametrelerine ait en küçük kareler ortalamaları, standart hataları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		Y_p	t_1	P	b_3
	N	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
μ	344	10.0±0.7	21.1±3.0	89.7±7.0	-0.098±0.096
Laktasyonlar		*	ö.d	ö.d	ö.d
1	125	11.6±0.9 ^a	26.6±3.6	90.6±8.4	-0.370±0.115
2	91	12.1±0.6 ^a	24.3±2.6	95.4±6.1	-0.230±0.083
3	55	11.1±0.8 ^a	27.0±3.6	93.7±8.4	-0.114±0.114
4	19	10.5±1.5 ^a	15.9±6.3	86.8±14.6	0.036±0.200
5	18	6.4±1.7 ^c	18.3±7.2	83.0±16.7	0.014±0.228
6 + üstü	36	8.5±2.2 ^b	14.8±9.1	88.7±21.1	0.075±0.288
Yıllar		**	**	ö.d	**
1988	5	8.2±2.4 ^{ab}	18.3±9.7 ^{bc}	89.4±22.5	-2.441±0.307 ^b
1989	7	9.0±2.0 ^{ab}	58.8±8.1 ^a	91.3±18.9	0.084±0.257 ^a
1990	15	7.1±1.5 ^b	17.6±6.0 ^{bc}	108.5±14.0	0.082±0.192 ^a
1991	16	7.0±1.5 ^b	20.3±6.2 ^{bc}	91.8±14.5	0.118±0.198 ^a
1992	16	8.5±1.4 ^{ab}	29.6±5.9 ^b	94.1±13.7	0.163±0.187 ^a
1993	33	11.2±1.0 ^{ab}	16.2±4.3 ^{bc}	99.1±10.0	0.041±0.137 ^a
1994	31	12.1±1.0 ^a	15.9±4.2 ^{bc}	80.8±9.7	0.050±0.133 ^a
1995	53	11.2±0.8 ^{ab}	15.2±3.4 ^{bc}	73.1±8.1	0.061±0.110 ^a
1996	32	12.0±1.0 ^a	12.2±4.1 ^c	81.6±9.7	0.121±0.132 ^a
1997	26	11.8±1.0 ^{ab}	21.0±4.4 ^{bc}	85.2±10.2	0.059±0.139 ^a
1998	43	12.4±1.0 ^a	17.1±4.0 ^{bc}	83.5±9.5	0.119±0.129 ^a
1999	37	9.4±0.9 ^{ab}	15.6±4.0 ^{bc}	94.3±9.3	0.107±0.127 ^a
2000	30	10.6±1.1 ^{ab}	17.1±4.5 ^{bc}	93.3±10.6	0.158±0.145 ^a
Mevsimler		ö.d	ö.d	**	ö.d
İlkbahar	115	10.8±0.8	21.5±3.3	64.8±7.8 ^c	-0.163±0.106
Yaz	47	10.1±0.9	17.5±3.9	80.9±9.1 ^{bc}	-0.132±0.124
Sonbahar	89	9.5±0.9	24.1±3.8	91.0±8.8 ^b	-0.096±0.120
Kış	93	9.7±0.9	21.5±3.6	122.1±8.4 ^a	-0.003±0.115
Servis Periyodu		ö.d	ö.d	*	ö.d
Bilgi Yok	35	9.9±1.1	18.2±4.5	80.3±10.4 ^{bc}	-0.108±0.143
≤ 60	81	10.6±0.8	22.8±3.5	75.6±8.2 ^c	-0.251±0.113
61 - 90	96	9.7±0.8	21.5±3.4	86.5±7.9 ^{bc}	-0.153±0.108
91 - 120	51	9.6±0.9	24.1±4.0	95.6±9.2 ^b	-0.121±0.126
121-150	19	10.2±1.3	18.9±5.5	113.7±12.9 ^a	0.050±0.176
≥ 151	62	10.3±0.9	21.3±3.6	86.5±8.4 ^{bc}	-0.007±0.115
L^1		0.2041	0.2208	0.0923	-0.0219
K^1		-0.0008	-0.0012	-0.0009	0.0001
L^2		-0.0365	0.8942	0.1649	-0.0039
K^2		0.0006	-0.0069	-0.0059	0.0000

a-c: Bir sütündeki farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır; * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$; L^1 : buzağılama yaşı linear regresyon katsayısı, K^1 : buzağılama yaşı kuadratik regresyon katsayısı, L^2 : buzağılama ile ilk test günü arasındaki linear regresyon katsayısı, K^2 : buzağılama ile ilk test günü arasındaki kuadratik regresyon katsayısı; ö.d: önemli değil.

Tablo 6. İndirgenmiş Laktasyon Persistensi Modeline ait parametreler ve 305 gün süt verimi arasındaki fenotipik korelasyon değerleri

	Y_p	t_1	P	b_3
t_1	0.006	-	-	-
P	-0.181**	-0.149**	-	-
b_3	0.058	0.009	0.068	-
305 Gün Süt Verimi	0.320**	-0.049	0.088	0.084

* : P < 0.05 ** : P < 0.01

KAYNAKLAR

1. **Akbulut Ö** (1990) *Atatürk Üniversitesi Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Esmer, İleri Kan Dereceli Esmer Melezleri İle Siyah Alaca Sığırların Süt Verim Özellikleri ve Laktasyon Eğrisi Parametrelerine Etkili Faktörler*. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
2. **Akbulut O, Emsen H** (1994) *Esmer, Esmer Mezezi (Esmer x DAK) ve Siyah Alaca Sığırların Erzurum Şartlarında Laktasyon Eğrisi Parametreleri ve Süt Veriminin Devamlılık Derecesi*. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg., 25 (3) 327-343.
3. **Batra TR** (1986) *Comparison of Two Mathematical Models in Fitting Lactation Curves For Pureline and Crossline Dairy Cows*. Can. J. Anim. Sci., 66: 405-414.
4. **Batra TR, Lin CY, McAllister AJ, Lee AJ, Roy GL, Vesely JA, Wauthy JM, Winter KA** (1987) *Multitrait Estimation of Genetic Parameters of Lactation Curves in Holstein Heifers*. J. Dairy Sci., 70:2105-2111.
5. **Congleton WR, Everett RW** (1980) *Application of the Incomplete Gamma Function to Predict Cumulative Milk Production*. J. Dairy Sci., 63: 109-119.
6. **Grossman M, Kuck AL, Norton HW** (1986) *Lactation Curves of Purebred and Crossbred Dairy Cattle*. J. Dairy Sci., 69: 195-203.
7. **Grossman M, Hartz SM, Koops WJ** (1999) *Persistency of Lactation Yield: A Novel Approach*. J. Dairy Sci. 82:2192-2197.
8. **Harvey WR** (1977) *Intructions Foruse of LSMLMM Least Squares and Maximum Likelihood General Purpose Program*. The Ohio State Univ. Columbus, USA.
9. **Kaygısız A** (1997) *Altındere Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Sarı Alaca ve Esmer Sığırların Laktasyon Eğrisi Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması*. Hayvancılık Araştırma Derg., 7, 1:25-30.
10. **Kaygısız A** (1999) *Sarı Alaca Sığırların Laktasyon Eğrisi Özellikleri*. Tr. J. Veterinary Anim. Sci., 23: Ek Sayı 1, 15-23.
11. **Leukkunen A** (1985) *Genetic Parameters For Persistency of Milk Yield in Finnish Ayrshire Cattle*. Z. Tierzuchtug, Zuchtungsbiol, 102:117-124.
12. **Madalena F.E, Martinez M.L, Freitas AF** (1979) *Lactations Curves of Holstein-Friesian and Holstein-Friesian x Gir Cows*. Anim. Prod., 29: 101-107.
13. **Mainland DD** (1985) *A Note on Lactation Curves of Dairy Cows in Scotland*. Anim. Prod., 41: 413-416.
14. **Nelder JA** (1966) *Invers Polynomials, A Useful Group of Multi-Factor Response Functions*. Biometrics, 22 : 128-144.

15. **Ohahsi T, Katayama H, Yamauchi K, Haga S, Nakamura N** (1987) *Effecting of Calving Season on Milk Production of Dairy Cattle*. Japanese J. Dairy and Food Sci., 36 (5) : 191-195.
16. **Rao By MK, Sundaresan D** (1979) *Influence of Environment and Heredity on The Shape of Lactation Curves in Sahiwal Cows*. J. Agric. Sci., Camb., 92: 393-401.
17. **Rowlands GJ, Lucey S, Russell AM** (1982) *A Comparison of Different Models of The Lactation Curve in Dairy Cattle*. Anim. Prod., 35: 135-144.
18. **Schaeffer LR, Everett RW, Henderson CR** (1972) *Lactation Recors Adjusted for Days Open in Sire Evaluation*. J. Dairy Sci., 56: 602-607.
19. **Schaeffer LR, Henderson CR** (1972) *Effect of Days Dry and Days Open on Holstein Milk Production*. J. Dairy Sci., 55: 107-111.
20. **Schneeberger M** (1981) *Inheritance of Lactation Curve in Swiss Brown Cattle*. J. Dairy Sci., 64: 475-43.
21. **Shanks RD, Berger PJ, Freeman AE, Dickinson FN** (1981) *Genetic Aspects of Lactation Curves*. J.Dairy Sci., 64: 152-1860.
22. **Shimizu H, Umrod S** (1976) *An Application of The Weighted Regression Procedure for Constructing The Lactation Curve in Dairy Cattle*. Jap. Zootech. Sci., 47 (12) 733-738.SPSS Social Sci. Res. And İnst. Cons. Teaching Resources Depository SPSS for Windows, Vesion 10.0: A Brief Tutorial.
23. **Tekerli M** (2000) *Değişik İşletme Koşullarında Yetiştirilen Holstayn Sığırların Süt Verim Özelliklerini Etkileyen Başlıca Faktörler ve Seleksiyona Esas Parametreler. 1. Holştaynlarda Çevre ve Kalıtımın Laktasyon Eğrisinin Şekline Etkisi*. Lalahan Hayvancılık. Araştırma Enstitüsü Dergisi, 40(1) 1-13.
24. **Tekerli M, Akinci Z, Dogan İ, Akcan A** (2000) *Factors Affecting The Shape of Lactation Curves of Holstein Cows From The Balikesir Province of Turkey*. J. Dairy Sci., 83: 1381-1386.
25. **Weller JL, Bar-Anan R, Osterkorn K** (1985) *Effect of Days Open on Annualized Milk Yields in Current and Following Lactation*. J. Dairy Sci., 68 (5): 1241-1249.
26. **Wood PDP** (1967) *Algebraic Model of The Lactation Curve in Cattle*. Nature, 216: 164-165.
27. **Wood PDP** (1969) *Factors Affecting The Shape of The Lactation Curve in Cattle*. Anim. Prod., 11 (3) 307-316.
28. **Yıldız A** (1997) *Ceylanpınar Tarım İşletmesinde Yetiştirilen İvesi Koyunlarının Laktasyon Eğrisi ve Laktasyon Eğrisi Parametrelerine Etkili Faktörlerin Belirlenmesi*. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
29. **Yıldız N, Bircan H** (1991) *Araştırma Deneme Metotları*. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ya. No: 305. Erzurum.
30. **Yılmaz İ** (1996) *Reyhanlı Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Laktasyon Eğrisi ve Laktasyon Eğrisi Parametrelerine Etkili Faktörlerin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Kahramanmaraş.