

## Siyah Alaca Irkı Süt İneklerinde Ali-Schaeffer Modeli Kullanılarak Tanımlanmış Farklı Laktasyon Eğrisi Biçimlerinin Belirlenmesi\*\*

Kemal YAZGAN<sup>1\*</sup>, Seyrani KONCAGÜL<sup>1</sup>, Fatin CEDDEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Ankara, Türkiye

Geliş Tarihi: 04.12.2013 Kabul Tarihi: 23.12.2013

**Özet:** Bu çalışmanın amacı, Şanlıurfa'da yetiştiriciliği yapılan Siyah Alaca ırkı süt ineklerinin günlük süt verim kayıtlarına beş parametrelili Ali-Schaeffer modelinin uyumunu yaparak farklı tipte laktasyon eğrilerini saptamak ve laktasyon eğrisi biçimleri ile model parametreleri arasındaki ilişkiyi belirlemektir. Çalışmanın materyalini özel bir süt ve besi sığırları işletmesinde bulunan 211 baş Siyah Alaca ırkı süt ineğinin 633 laktasyonuna ait 188,316 günlük süt verim kaydı oluşturmuştur. Araştırmada kullanılan Ali-Schaeffer modeli parametrelerinin işaretlerine bağlı olarak 632 laktasyon için 12 tip eğri tanımlanmıştır. Bir laktasyon ise tanımlanamamıştır. Toplam 632 laktasyon içerisinde pik verimi belirleyen a parametresi, laktasyon eğrisindeki inişi belirleyen b ve c parametreleri ile yükselmeyi belirleyen d ve g parametrelerine ait işaretleri sırasıyla +, -, -, -, + şeklinde olan sadece 19 adet tipik laktasyon eğrisi biçimi gözlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, çevre faktörlerini de göz önünde bulundurarak model parametreleri hesaplamak suretiyle elde edilen parametre değerleri seleksiyon ölçütü olarak kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Ali-Schaeffer modeli, laktasyon eğrisi biçimi, parametre işareti, süt ineği

### Detection of Different Shapes of Lactation Curve Described by Ali and Schaeffer Model in Holstein Dairy Cows

**Abstract:** The aim of this study was to investigate different lactation curves and to detect the relationship between shape of lactation curves and estimated model parameters from daily milk yield records of Holstein cows bred in Sanliurfa by using five-parameter Ali-Schaeffer model which is known as best way for describing lactation curves. In this study, 188,316 daily milk yield records of 633 lactations obtained from 211 Holstein cows were used. According to sign of Ali-Schaeffer model parameters, 12 different types of lactation curve were described for 632 lactations. However, only one lactation could not be described. Among 632 lactations, signs of 19 curves for parameter a (peak yield), b and c (yield decline), d and g (yield rise) were found as +, -, -, -, + respectively and were described as typically lactation curve. Considering the results from this study, parameter values from calculated model parameters should be useable for selection criteria, if environmental factors are taken into account.

**Keywords:** Ali and Schaeffer model, lactation curve shape, signs of parameters, dairy cow

### Giriş

Laktasyon seyri diğer birçok memelide olduğu gibi süt ineklerinde de eğriseldir ve matematiksel olarak ifade edilebilmektedir. Laktasyon eğrilerini tanımlamakta kullanılan çok sayıda matematiksel model bulunmakta olup, uzun yıllar kullanılmış üç parametrelili Wood (1967) ve Wilmink (1987), beş parametrelili Ali ve Schaeffer (1987) modeli ile Legendre polinomiyalleri (Schaeffer, 2004) ve son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaya başlanan splayn modeller (White ve ark, 1999) bunlar arasında sayılabilir. Laktasyondaki hayvanların süt verimleri doğumdan itibaren ortalama iki ay içinde sürekli artarak pik düzeye ulaşırken laktasyonun sonuna doğru sürekli azalış gösterir. Bu şekilde tanımlanmış eğri standart tip laktasyon eğrisi olarak tanımlanmaktadır.

Laktasyon eğrisi modeli seçilirken hayvanlar arasında farklı çevre şartlarına maruz kalmış ve farklı genotipik yapıların yarattığı etkilere rağmen en yüksek doğrulukta tahmin yapan model seçilir. Çevre şartlarının etkileri (laktasyon sırası, kuruda kalma süresi, servis periyodu, kızgınlık, ya da çeşitli hastalıklar gibi) ve genotipin etkisi sebebiyle standart olmayan (atipik) laktasyon eğrileri de gözlenebilir. Modelin bu tür durumlarda farklı tipteki laktasyon eğrilerini tanımlayabilmekteki başarısı önemlidir. Çünkü kimi zaman sütteki yağ ve protein veriminin de modellenmesi gerekebilir. Farklı tip ve biçimdeki laktasyon eğrileri tanımlanırken parametrelerin işaretleri önemli rol oynar. Eğrilerin tipik ya da atipik olması bu parametre işaretlerinden anlaşılabilir ve bu sınıflandırma standart tip eğriyi belirleyen unsur

Wood (1967) modeli için b parametresinin pozitif c parametresinin negatif, Wilmlink (1987) modelinde ise her iki parametrenin de negatif değer almasıdır (Macciota ve ark., 2005).

Laktasyon eğrilerinin parametreleri aynı zamanda pik dönemden sonra süt verimindeki azalmaya karşı gösterilen direnç yani persistensi hesaplamalarında da kullanılmakta olup süt veriminin iniş değerlerini belirleyen laktasyon eğrisi parametreleri hayvanın persistensisi hakkında fikir verebilir (Wood, 1970; Tekerli, 2000).

Tipik laktasyon eğrilerine sahip hayvanların tipik olmayan laktasyon eğrisine sahip hayvanlara tercih ediliyor olması laktasyon eğrisi biçimlerinin ve parametrelerinin ıslah ölçütü olarak kullanılabilirliğini göstermektedir. Ayrıca parametrelerin aldığı değerler ve bu değerlerin birbirleri ile ilişkisi incelenerek çevre koşullarında ne gibi değişiklikler yapılması gerektiği anlaşılabilir.

Bu çalışmada amaç süt veriminde matematiksel ve biyolojik bağlantıyı daha iyi anlamak, Şanlıurfa ilinde yetiştiriciliği yapılan Siyah Alaca ırkı süt sığırlarının Ali-Schaeffer modeli

yardımla ne tipte laktasyon eğrileri ürettiğini ortaya çıkarmak ve laktasyon eğrisi biçimleri ile model parametreleri arasındaki ilişkiyi belirlemektir.

## Materyal ve Metot

Çalışmanın materyalini Şanlıurfa ilinde 2007 yılına kadar faaliyet göstermiş özel bir süt ve besi sığırı işletmesinden elde edilen Siyah alaca ırkı süt ineklerinin günlük süt verim kayıtları oluşturmuştur. Araştırma materyalinin temin edildiği işletme 37° 08' enlem ve 39° 05' boylam üzerinde olup deniz seviyesinden yüksekliği ise 547 m dir.

İşletmede 2000-2005 yılları arasında eksiksiz ilk üç laktasyon kaydı bulunan ve laktasyon süresi 275 günden az olmamak koşuluyla herhangi bir sağlık problemi gözlenmemiş 211 adet ineğe ait toplam 633 laktasyon ve bu laktasyonların içerdiği 188,316 günlük süt verim kaydı kullanılmıştır. Veri setine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Araştırma kullanılan veri setine ait tanıtıcı istatistikler.<sup>1</sup>

Laktasyon	n	N	LGSV	OLSV
1	211	62,482	27.00 ± 0.024	7,995.98 ± 88,259
2	211	62,802	31.86 ± 0.034	9,484.23 ± 101,530
3	211	63,032	32.37 ± 0.038	9,670.68 ± 103,990
<b>Toplam</b>	<b>633</b>	<b>188,316</b>	<b>30.41 ± 0.032</b>	<b>9,050.30 ± 97,925</b>

<sup>1</sup>: n: laktasyon sayısı, N: laktasyondaki gözlem sayısı, LGSV: Laktasyondaki günlük ortalama süt verimi ve standart hatası, OLSV: ortalama laktasyon süt verimi ve standart hatası.

Çalışmada laktasyon eğrilerinin tahmininde kullanılan Ali-Schaeffer (1987) modeli ve unsurları aşağıda verildiği gibidir;

$$Y_{(t)} = a + b\delta_t + c\delta_t^2 + d\theta_t + g\theta_t^2$$

Burada;  $\delta_t = t/305$ ,  $\theta_t = \ln(305/t)$  ve t: laktasyonun 5. günden 305. güne kadar her hangi bir gününü belirtmekte olup modelde a parametresi pik verimi, d ve g parametreleri eğrideki yükselmeyi, b ve c parametreler ise eğrideki inişi ifade etmektedir (Silvestre ve ark., 2006). Modelle uyumu yapılmış olan toplam 633 laktasyona ait parametrelerinin değerleri saptanmış ve bunlar gruplandırılarak aralarındaki Pearson korelasyonları hesaplanmıştır. İlk dört ve yedinci gruba dahil hayvanların toplam laktasyon süt verimleri ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olup olmadığı DUNCAN testi ile belirlenmiştir. Hesaplamalarda SAS (2000) istatistik programından yararlanılmış olup, model uyumu için PROC NLIN, Pearson korelasyonları için

PROC CORR, söz konusu gruplara ait hayvanların toplam laktasyon süt verimleri ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olup olmadığını anlaşılması için PROC GLM ve ilgili komutlardan yararlanılmıştır.

## Bulgular

Araştırmada günlük süt verimlerinin Ali-Schaeffer modeli ile tanımlanmasında ortaya çıkan farklı parametre işaretlerinin oluşturduğu eğri tiplerine ait gruplar ile bunların frekansları Tablo 2'de bu gruplara ait parametre değerlerinin ortalamaları ise Tablo 3'de verilmiştir. Parametrelerin işaretlerine bağlı olarak araştırmada 633 laktasyon için 12 tip eğri tanımlanmış olup bir laktasyon ise tanımlanamamıştır.

Toplam 632 laktasyon içerisinde a, b, c, d ve g parametrelerine ait işaretleri sırasıyla +, -, +, -, + olan 188 adet 1. grup eğri biçimi, -, +, -, +, - olan 168 adet 2. grup eğri biçimi tanımlanmış bunu +, +,

-, +, - olan 114 adet 3. grup eğri biçimi izlemiştir. Macciotta ve ark. (2005) tarafından bildirilen tanımla uyumluluk gösteren standart laktasyon

eğrisi biçimine sahip olanların işaret sırası ise +, -, -, + şeklinde olup bu çalışmada 19 adet (7. grup) tespit edilmiştir (Tablo 2 ve 3).

**Tablo 2.** Ali-Schaeffer modeliyle tanımlanan laktasyon eğrilerine ait parametrelerin işaretleri ile oluşan gruplara ait frekans değerleri.

Grup	a	b	c	d	g	Frekans (n)
1	+	-	+	-	+	188
2	-	+	-	+	-	168
3	+	+	-	+	-	114
4	+	-	+	+	-	56
5	+	-	+	-	-	36
6	+	-	-	+	-	26
7	+	-	-	-	+	19
8	+	-	-	-	-	14
9	+	+	-	-	-	5
10	+	+	+	+	-	4
11	+	+	-	-	+	1
12	-	+	+	+	-	1

a: pik verimi, d ve g: eğrideki yükselmeyi, b ve c: eğrideki inişi ifade etmektedir.

**Tablo 3.** Ali-Schaeffer modeliyle tanımlanan laktasyon eğrilerine ait parametrelerin işaretleri ile oluşan gruplara ait frekans, ortalama ve standart hatalar.

Grup	Frekans	Laktasyon eğrisi parametreleri				
		$\bar{a} \pm S_{\bar{a}}$	$\bar{b} \pm S_{\bar{b}}$	$\bar{c} \pm S_{\bar{c}}$	$\bar{d} \pm S_{\bar{d}}$	$\bar{g} \pm S_{\bar{g}}$
1	188	103.60 ± 3.335	-122.44 ± 5.284	40.62 ± 2.248	-32.35 ± 1.848	3.38 ± 0.269
2	168	-44.05 ± 3.645	120.44 ± 5.902	-57.29 ± 2.665	48.26 ± 2.189	-7.91 ± 0.386
3	114	14.85 ± 0.942	30.35 ± 1.658	-25.55 ± 1.273	15.21 ± 0.698	-3.18 ± 0.127
4	56	36.64 ± 1.805	-25.91 ± 2.426	12.51 ± 1.307	8.27 ± 0.898	-2.68 ± 0.156
5	36	58.17 ± 2.543	-56.58 ± 4.538	20.61 ± 2.676	-5.38 ± 0.561	-0.73 ± 0.088
6	26	32.51 ± 1.424	-7.41 ± 1.224	-7.43 ± 1.018	8.60 ± 1.232	-2.55 ± 0.230
7	19	63.00 ± 4.182	-34.39 ± 3.845	-11.33 ± 2.137	-19.89 ± 2.830	2.61 ± 0.525
8	14	46.47 ± 2.669	-22.61 ± 3.241	-6.34 ± 1.717	-3.40 ± 0.654	-0.70 ± 0.106
9	5	40.45 ± 3.257	4.42 ± 1.016	-22.00 ± 2.673	-2.32 ± 0.876	-0.64 ± 0.193
10	4	14.95 ± 3.265	8.76 ± 2.674	2.64 ± 1.584	17.47 ± 5.707	-3.83 ± 0.934
11	1	38.23	7.94	-37.90	-9.40	1.62
12	1	-13.13	29.87	1.79	40.04	-7.94

a: pik verimi, d ve g: eğrideki yükselmeyi, b ve c: eğrideki inişi ifade etmektedir.

Ali-Schaeffer modeli ile tahmin edilen günlük süt verimlerinin oluşturduğu ve parametrelerin aldığı işaretlere göre gruplandırma (Tablo 2), ilk dört gruba ait süt verimlerinden her bir grup için rastgele 3 bireysel laktasyon seçilerek oluşturulan eğriler Şekil 1 içinde A, B, C ve D'de, Macciotta ve ark. (2005) tarafından bildirilen tanımla uyumluluk gösteren standart laktasyon eğrilerinin oluşturduğu 7. gruba ait eğriler ise E'de verilmiştir.

Bu çalışmada birinci gruba ait 188 eğri tanımlanmıştır (Şekil 1-A). Başlangıçta süt veriminin hızla düşerek sonra artmaya başladığı bu grupta, parametrelerin birbirleri ile olan Pearson

korelasyonları incelendiğinde genelde -1 ve +1'e yakın olduğu bununla birlikte en düşük korelasyonun 0.64 ile c ve g parametreleri arasında olduğu görülmektedir (Tablo 4).

Birinci gruptaki parametrelerin her birinin işaret değiştirmiş hali (-, +, -, +, -) olan ikinci gruba ait 168 eğri tanımlanmış ve bu parametrelere ait ortalamalar a, b, c, d ve g için sırasıyla -44.05 ± 3.645, 120.44 ± 5.902, -57.29 ± 2.665, 48.26 ± 2.189 ve -7.91 ± 0.386 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3). İkinci gruptaki bireysel laktasyon eğrileri ile oluşturulan Şekil 1-B'de ki grafik incelendiğinde yüksek seviyeli pik verime çok kısa sürede ulaşıldığı,

bunu ani bir inişin izlediği ve laktasyonun üçüncü üç aylık döneminde de tekrar artma eğilimine girdiği görülmektedir. Parametrelerin işaretlerinin bu şekilde olmasıyla laktasyon eğrileri dışbükey-içbükey-dışbükey görünümüne sahip olmuş ve standart laktasyon eğrisi tipinden az da olsa

uzaklaşmıştır. Parametrelerin birbirleri ile olan Pearson korelasyonları incelendiğinde genelde -1 ve +1'e yakın olduğu bununla birlikte en düşük korelasyonun 0.57 ile c ve g parametreleri arasında olduğu görülmektedir (Tablo 4).

**Tablo 4.** 1. ve 2. Gruba ait Ali-Schaeffer model parametreleri arasındaki Pearson korelasyonları.

Parametre	1.Grup				2.Grup			
	b	c	d	g	b	c	d	g
A	-0.97	0.81	-0.96	0.92	-0.97	0.79	-0.97	0.91
B		-0.91	0.91	-0.86		-0.91	0.92	-0.82
C			-0.72	0.64			-0.70	0.57
D				-0.99				-0.97

a: pik verimi, d ve g: eğrideki yükselmeyi, b ve c: eğrideki inişi ifade etmektedir.

**Tablo 5.** 3. ve 4. Gruba ait Ali-Schaeffer model parametreleri arasındaki Pearson korelasyonları.

Parametre	3.Grup				4.Grup			
	b	c	d	g	b	c	d	g
a	-0.74	0.24	-0.64	0.48	-0.85	0.25	-0.68	0.45
b		-0.75	0.48	-0.31		-0.60	0.51	-0.29
c			-0.12	0.00			0.11	-0.21
d				-0.95				-0.88

a: pik verimi, d ve g: eğrideki yükselmeyi, b ve c: eğrideki inişi ifade etmektedir.

**Tablo 6.** Standart eğri grubuna ait (7. Grup) Ali-Schaeffer model parametreleri arasındaki Pearson korelasyonları.

Parametre	5.Grup			
	b	c	d	g
a	-0.85	-0.27	-0.79	0.68
b		-0.16	0.53	-0.40
c			0.36	-0.37
d				-0.98

a: pik verimi, d ve g: eğrideki yükselmeyi, b ve c: eğrideki inişi ifade etmektedir.

**Tablo 7.** İlk dört ve yedinci gruba dahil hayvanların toplam laktasyon süt verimleri (Ts) ortalamaları<sup>1</sup> (Burada ilk dört gruba yer verilmesinin nedeni frekansları itibarıyla diğer gruplardan daha fazla olmalarından, 7. gruba yer verilmesinin sebebi ise daha önce belirtildiği gibi standart tip eğri grubu olmasından dolayıdır).

Grup	Frekans (n)	%	$\bar{T}_s \pm S_{\bar{T}_s}$
1	188	29.75	9128.90 ± 129.186
2	169	26.74	9014.18 ± 115.876
3	114	18.04	9195.40 ± 144.756
4	56	8.86	9342.88 ± 231.915
7	19	3.01	8142.86 ± 374.439

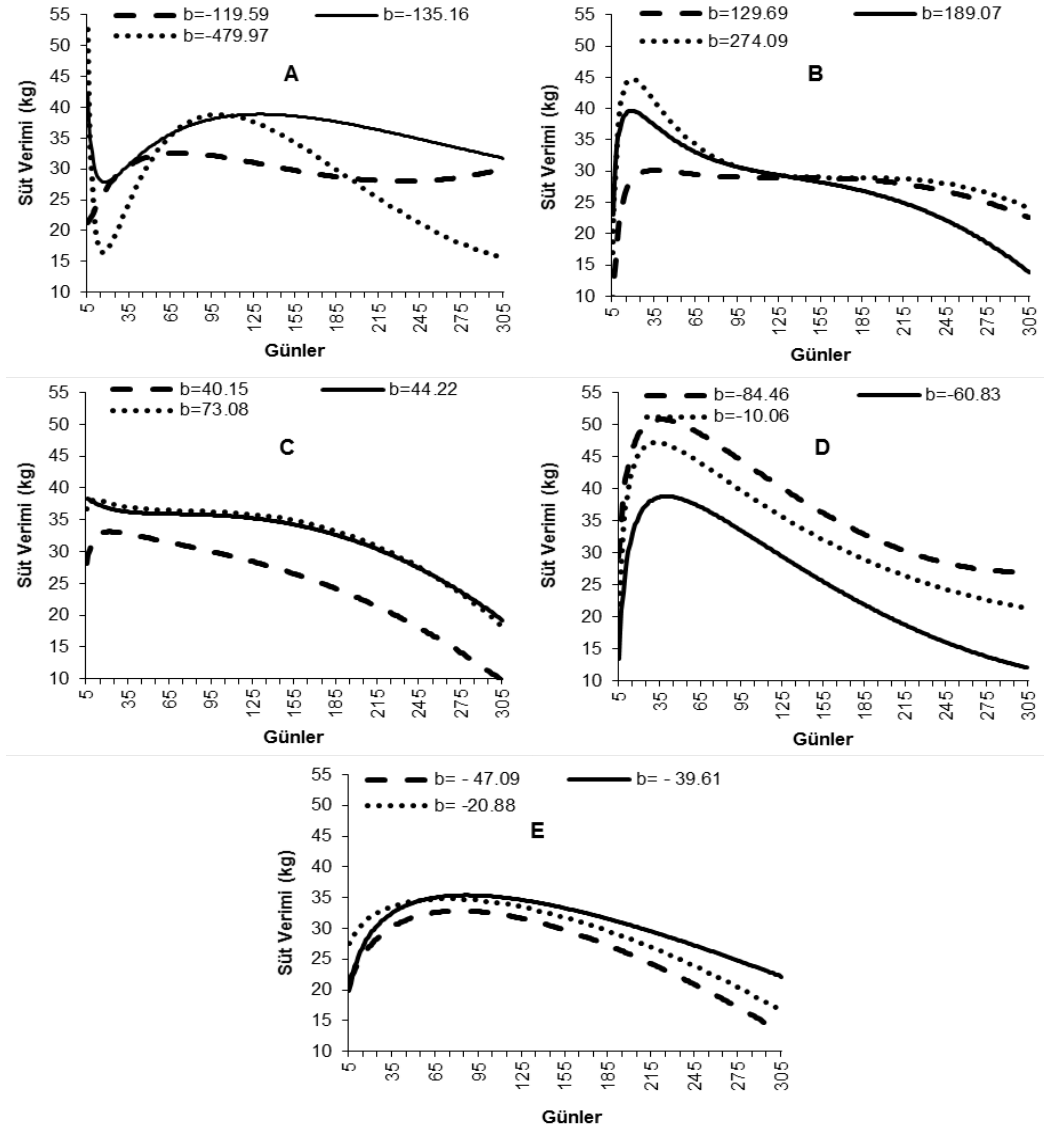
<sup>1</sup>P > 0.05

Çalışmada üçüncü gruba ait 114 eğri tanımlanmış olup a, b, c, d ve g parametrelerine ait

ortalamalar sırasıyla 14.85 ± 0.942, 30.35 ± 1.658, -25.55 ± 1.273, 15.21 ± 0.698 ve -3.18 ± 0.127

olarak tespit edilmiştir (Tablo 3). Bu gruba ait Şekil 1-C'deki bireysel olarak tanımlanmış laktasyonlara ait üç eğri incelendiğinde standart eğri tipinden bariz sapmalar görülmektedir. Laktasyon başlangıcından pik verime ulaşıncaya kadar geçen dönem çok kısa hatta yok gibidir. Şekil 1-C'de düz siyah çizgi ile gösterilen laktasyonda bu durum açıkça görülmektedir. Bununla birlikte laktasyon

ortalarında eğride bir şişme, sonlarında ise keskin denebilecek düşüşler olmuştur. Parametrelerin birbirleri ile olan Pearson korelasyonları incelendiğinde genelde düşük olmakla birlikte en düşük korelasyonun 0.00 ile c ve g parametreleri arasında olduğu en yüksekinin de -0.95 ile d ve g parametreleri arasında olduğu görülmektedir (Tablo 5).



Şekil 1. Ali-Schaeffer modeliyle saptanmış ve çizelge 3 ve 4'deki ilk dört (A, B, C, D) ve yedinci gruba (E) ait bireysel laktasyon eğrilerinden üç örnek (Örnekler rastgele seçilmiştir).

Çalışma da dördüncü gruba ait 56 eğri tanımlanmış olup a, b, c, d ve g parametrelerine ait ortalamalar sırasıyla  $36.64 \pm 1.805$ ,  $-25.91 \pm 2.426$ ,

$12.51 \pm 1.307$ ,  $8.27 \pm 0.898$  ve  $-2.68 \pm 0.156$  olarak tespit edilmiştir (Tablo 3). Bu gruba ait Şekil 1-D'deki bireysel olarak tanımlanmış laktasyonlara ait

üç eğri incelendiğinde eğrilerin her ne kadar standart eğri tanımına uydukları gözlemlenirse de, laktasyonların yaklaşık 35. günlerinde pik verime ulaşılmış ve pik dönemden sonra inişler çok hızlı olmuştur. İniş şeklinin içbükey biçimde olmaya meyilli olduğu görülmekte olup bu durumda bu eğri grubuna sahip hayvanların süt verimine karşı daha az persist oldukları söylenebilir. Bununla birlikte parametrelerin birbirleri ile olan Pearson korelasyonları incelendiğinde genelde düşük olmakla birlikte en düşük korelasyonun 0.11 ile c ve d parametreleri arasında olduğu en yükseklerinin de -0.88 ile g ve d parametreleri arasında olduğu görülmektedir (Tablo 5).

Ali-Schaeffer modelinin bu çalışma da tanımladığı başlıca ilk dört eğri grubu haricinde 7. grupta +, -, -, -+ işaret sırasıyla tanımlanan eğri grubuna ait 19 adet eğri tanımlanmış olup (Şekil 1-E) bu işaret sırasıyla tanımlanan eğriler daha önce de belirtildiği gibi Macciotta ve ark. (2005) tarafından Ali-Schaeffer modeli için standart tip olarak bildirilmiştir. 7. gruba ait a, b, c, d ve g parametrelerine ait ortalamalar sırasıyla  $63.00 \pm 4.182$ ,  $-34.39 \pm 3.845$ ,  $-11.33 \pm 2.137$ ,  $-19.89 \pm 2.830$  ve  $2.61 \pm 0.525$  olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.). Şekil 1-E incelendiğinde laktasyonun yaklaşık 65. günler civarında pik verime ulaşıldığını ve pik verimden sonra iniş boyunca dalgalanma olmaksızın laktasyonun sonlarına doğru yavaşça azaldığı görülmektedir. Parametrelerin birbirleri ile olan Pearson korelasyonları incelendiğinde genelde düşük olmakla birlikte en düşük korelasyonun -0.16 ile b ve c parametreleri arasında olduğu en yükseklerinin de -0.98 ile d ve g parametreleri arasında olduğu görülmektedir (Tablo 6).

## Tartışma ve Sonuç

Daha öncede belirtildiği gibi Ali-Schaeffer modelindeki a parametresi pik, d ve g parametreleri pik verime kadar olan çıkış, b ve c parametreleri ise pik verimden sonraki iniş katsayılarını ifade etmektedir. (Ali-Schaeffer, 1987; Silvestre ve ark., 2006). Bu tanım ve araştırmadan elde edilen bulgular birleştirildiğinde a parametresi pozitif değerler olarak yükseldiğinde pik verime ulaşma süresi uzamış negatif değerler olarak azaldığında ise pik verime çok kısa sürelerde ulaşıldığı görülmüştür. Bununla birlikte persistensinin önemi göz önünde bulundurulduğunda b ve c parametrelerinin Ali-Schaeffer modeli için persistensiyile ilintili olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Gerek bu araştırmadan ve gerekse de Macciotta ve ark. (2005) tarafından bildirilen sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, Ali-Schaeffer modelinde b parametresinin değeri pozitif olarak artarken c parametresinin negatif

değerler olarak azalması, laktasyon eğrisinin pik verimden sonra dışbükey-içbükey-dışbükey şekilde bir görünüme sahip olmasını sağlamakta, tersine b parametresi negatif olarak azalırken c parametresinin pozitif yönde artması ise pik verimden sonra eğrinin içbükey-dışbükey-içbükey yapıda olmasına yol açmaktadır. Ancak, b ve c parametreleri arasındaki farkın artması ya da azalması yukarıda bahsedilen iç ve dış bükeylik sonucu olan dalgalanmaların keskinliğini bariz olarak belirginleştirmektedir. Bu durumda b ve c parametrelerinin değerleri 0'a yaklaşarak aralarındaki fark azaldıkça pik verimden sonra iniş doğrusallaşmakta ve dalgalanmalar belirsizleşmektedir.

Bu araştırmadan elde edilen bulgular Macciotta ve ark. (2005)'nin elde ettiği bulgular ile karşılaştırıldığında, araştırmacıların Ali-Schaeffer modeli kullanarak elde ettikleri ve +, -, +, -, + işaret sırasıyla tanımlanan birinci gruba oluşturdukları grafik bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte araştırmacıların söz konusu işaret sırasıyla tanımlanmış bireysel laktasyonlardan elde ettikleri parametrelere ait değerlerin ortalamaları sırasıyla 293.16, -419.17, 142.11, -167.49 ve 29.72 olup bu araştırmadan elde edilen parametre değerlerine ait ortalamalardan (Tablo 3; 1. grup) pozitif değerli parametreler daha yüksek, negatif değer alanlar ise daha düşük bulunmuştur. Farklılık her iki araştırmada kullanılan hayvan materyallerinin farklı ırklardan olmasından ve materyallerin farklı çevre koşullarına maruz kalmasından kaynaklanıyor gibi görünse de her iki araştırmada da Şekil 1-A'da ki (- - -) ile gösterilen eğri haricinde aynı işaret sırasıyla tanımlanan modellerde biçimsel olarak benzerlik olduğu görülmektedir. Gerek bu araştırmada ilgili gruptan seçilen bireysel laktasyon eğrileri gerekse de araştırmacıların artan değerde b parametreleri ile oluşturdukları grafiklerde laktasyonun başında ani bir düşüş, sonlarına doğru ise yükselme eğilimi daha belirginleşerek laktasyon eğrileri içbükey-dışbükey-içbükey şekil aldığı söylenebilir.

Diğer taraftan ikinci grupta tespit edilen parametre değerleri Macciotta ve ark. (2005)'nin Ali-Schaeffer modelinin aynı işaret değerlerine sahip grubundan elde ettiği parametre değerleri ile karşılaştırıldığında pozitif değerli parametreler daha yüksek, negatif değer alanlar ise daha düşük bulunmuştur. Bununla birlikte grafikler her iki araştırmada da benzer görünüme sahip olmuştur.

Bu çalışmada üçüncü grup eğri tipi için hesaplanan parametreler Macciotta ve ark. (2005)'nin Ali-Schaeffer model parametrelerinin aynı işaret sırasına sahip gruptan elde ettikleri parametre değerleri ile karşılaştırıldığında araştırmacılar a, b ve d parametrelerini bu

çalışmada hesaplanan a, b ve d parametrelerinden biraz düşük (8.71, 22.28 ve 10.60), c parametresini benzer (-26.54) ve bu çalışmada g parametresine karşılık gelmekte olan k parametresini ise biraz daha yüksek (-1.86) olarak hesaplamışlardır. Bununla birlikte laktasyon eğrileri her iki çalışmada da benzer görünüme sahip olmuştur.

Bununla birlikte bu çalışmada dördüncü grup eğri tipi için hesaplanan parametreler Macciotta ve ark. (2005)'nin Ali-Schaeffer model parametrelerinin aynı işaret sırasına sahip gruptan elde ettikleri parametre değerleri ile karşılaştırıldığında araştırmacılar a ve b parametrelerini bu çalışmada hesaplanan a ve b parametrelerinden biraz düşük (20.81 ve -31.02) buna karşılık c, d ve bu çalışmada g parametresine karşılık gelmekte olan k parametresini de biraz yüksek (23.15, 9.45 ve -2.74) hesaplamışlardır.

Bu çalışmada standart laktasyon eğrilerinin saptandığı gruba dair (7. Grup) elde edilen bulgular Macciotta ve ark. (2005)'nin Ali-Schaeffer model parametrelerinin aynı işaret sırasına sahip standart tip eğri olduklarını bildirdikleri gruptan elde ettikleri parametre değerleri ile karşılaştırıldığında araştırmacılar a parametresini bu çalışmada hesaplanan a parametresine benzer (65.88), b, c ve d parametrelerini düşük (-46.51, -18.10 ve -31.17) ve bu çalışmada g parametresine karşılık gelmekte olan k parametresini de yüksek (6.57) olarak bildirmişlerdir. Bununla birlikte her iki çalışmanın ilgili işaret grubuyla elde edilen grafikler benzer görünüme sahip olmuştur.

Tüm bu veriler ışığında Ali-Schaeffer modelinin bu çalışmada ürettiği eğri tipleri ile bunların frekans ve yüzdeleri (Tablo 7) göz önünde bulundurulduğunda modelin beş parametrelili oluşu esnekliğinin yüksek olmasına buda farklı eğri tiplerini tanımlamadaki performansının yüksek olmasıyla açıklanabilir. Nitekim standart kabul edilen eğriler çalışmada kullanılan 632 laktasyonun sadece % 3.01'ini oluştururken birinci grup eğriler % 29.75'ini oluşturmuşlar bunu sırasıyla % 26.74 ile 2. grup, % 18.04 ile 3. grup ve % 8.86 ile 4. grup izlemiştir. İlk dört ve 7. Gruplara ait grafikler (Şekil 1) ve parametrelerin birbirleri ile olan korelasyonları (Tablo 4-6) göz önünde bulundurulduğunda birinci ve ikinci gruba ait eğrilerin parametre değerleri arasındaki korelasyonlar diğer gruplara ait parametreler arası korelasyonlardan yüksektir ki, bu durumun laktasyonun ortalarına doğru şişme ve çukurlaşma etkisi yarattığı söylenebilir. Özellikle standart eğri grubunda parametreler arası korelasyonların düşük düzeyde seyretmesi, b parametresinin değişimiyle eğrideki biçim değişimine sebep olduğu düşüncesinden daha güçlü bir kanıt olduğunu gösterir. Diğer bir değişle c parametresinin aldığı

değerler de eğri biçimine etki etmektedir. Bu sonuçlar Macciotta ve ark. (2005)'nin bildirdikleriyle uyum içerisinde olup, her iki çalışmada da parametreler arası korelasyonlar yükseldikçe birinci ve ikinci grup eğrilere benzer eğriler elde edilmekle birlikte, araştırmacıların çalışmalarındaki eğrilerde şişme ve inmenin daha belirgin olduğu saptanmıştır. Bu farklılık, araştırmacıların aylık süt denetim kayıtlarını kullanmasına karşılık, bu çalışmada günlük süt verimi kayıtlarının kullanılmış olması ve her iki çalışmada kullanılan hayvanların farklı ırklara ait olmasıyla açıklanabilir.

Eğri grupları arasındaki bir diğer önemli fark ise laktasyon başlangıçlarında ve sonlarında çok yüksek ve çok düşük tahminlerin elde edilmesi olmuştur. Bu etki birinci ve ikinci grup eğrilerde bariz bir şekilde görülmekle birlikte (Şekil 1-A ve 1-B), bu sonuçlar daha önceki araştırma sonuçlarıyla (Kirkpatrick ve ark., 1990; Meyer, 1998; Pool ve Meuwissen, 2000; Macciotta ve ark., 2005) uyum içerisinde. Diğer taraftan ilk dört ve standart eğri grubuna (7. Grup) ait laktasyonlara sahip hayvanların Ali-Schaeffer modeli kullanılarak tahmin edilen toplam süt verimi ortalamaları karşılaştırıldığında (Tablo 7), ortalamalar arasındaki farkların önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar her ne kadar standart laktasyon eğrileri ve standart olmayanların laktasyon süt üretimi bakımından bir önem arz etmediği fikrini destekler mahiyette görünse de (Tablo 7), daha önce belirtildiği gibi standart tipten uzaklaşmanın persistensi değerlerine, sürü bakım ve idaresine, yemleme, hayvan sağlığına ve buna bağlı olarak ömür boyu verimliliği etkilediği düşünülebilir. Söz gelimi laktasyon başlangıcı ile pik verime çok kısa sürelerde çıkan hayvanların meme bezlerindeki süt sentezi yapan alveol hücrelerinin laktasyonun ileriki aşamalarında daha hızlı ölmeleri (Pollot, 2000) sonraki laktasyon dönemleri için meme bezlerini daha hızlı yıpratmış sonucunu doğurmakta olup bu bir dezavantaj olabilir. Daha öncede belirtildiği gibi pik verime çok hızlı ulaşmanın sonucunda enerji yetersizliğinden dolayı beslenme bozuklukları ve buna bağlı olarak diğer hastalıklar meydana gelebileceğinden bu durum ömür boyu verimi dolayısıyla da işletme karlılığını doğrudan etkileyebilir. Ayrıca karlı bir süt hayvancılığının temelinde hayvanları ürettikleri süt miktarına göre beslemek esastır. Laktasyonun aynı dönemlerdeki hayvanların süt verimleri arasındaki farklılıkların yüksek olması yapılan grup beslemelerinde grup sayısının artmasına bu ise işletmedeki işgücü maliyetinin yükselmesine sebebiyet verebilecektir. Bu ve bu gibi durumlar aynı süt verimine sahip hayvanlardan standart

eğriye sahip olanları bulundurmanın daha avantajlı olduğu sonucuna yol açmakta eğer mümkünse hayvanların standart tipte laktasyon eğrisine sahip olmalarına engel olacak çevre faktörlerini tahmin edip en aza indirme yollarının araştırılmasını ortaya çıkarmaktadır.

Standart tip laktasyon eğrisine sahip ve daha persist hayvanların yapılacak seleksiyonda tercih edilmesi, uygulanan ıslah metoduna bağlı olarak model parametrelerin kullanışlı olabileceğini göstermektedir. Diğer bir değişle akrabalık ilişkisinin kullanılarak yapıldığı kantitatif analizler sonucunda elde edilen damızlık değeri tahminlerinin isabet derecesi kadar olmasa da, sürüdeki hayvanlara ait soy kütüğü bulunmadığı durumlar için çevre faktörlerini göz önünde bulundurmak şartıyla model parametreleri hesaplamak suretiyle elde edilen sonuçlar seleksiyon ölçütü olarak kullanılabilir.

### Kaynaklar

- Ali TE, Schaefer LR. 1987. Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows. *Can J Anim Sci*, 67, 637-644.
- Kirkpatrick MD, Lofsvold D, Bulmer M. 1990. Analysis of inheritance, selection, and evolution of growth trajectories. *For Genet*, 124, 979-993.
- Macciotta NPP, Vicario, D, Cappio-Borlino, A. 2005. Detection of different shapes of lactation curve for milk yield in dairy cattle by empirical mathematical models. *J Dairy Sci*, 88, 1178-1191.
- Meyer K. 1998. Estimating covariance functions for longitudinal data using random regression models. *Genet Sel Evol*, 30, 221-240.

- Polott GE. 2000. A biological approach to lactation curve analysis for milk yield. *J Dairy Sci*, 83, 2448-2458.
- Pool MH, Meuwissen THE. 2000. Reduction of the number of parameters needed for a polynomial random regression test day model. *Livest Prod Sci*, 64, 133-145.
- Silvestre AM, Petim-Batista F, Colaço J. 2006. The accuracy of seven mathematical functions in modeling dairy cattle lactation curves based on test-day records from varying sample schemes. *J Dairy Sci*, 89, 1813-1821.
- Tekerli M, Akıncı Z, Doğan I, Akçan A. 2000. Factors affecting the shape of lactation curves of Holstein from the Balıkesir province of Turkey. *J Dairy Sci*, 83, 1381-1386.
- White IMS, Thompson R, Brotherstone S. 1999. Genetic and environmental smoothing of lactation curves with cubic splines. *J Dairy Sci*, 82, 632-638.
- Wilmink JBM. 1987. Adjustment of test-day milk, fat and protein yield for age season and stage of lactation. *Livest Prod Sci*, 16, 335-348.
- Wood PDP. 1967. Algebraic model of lactation curve in cattle. *Nature*, 218, 164-165.
- Wood PDP. 1970. A note on the repeatability of parameters of the lactation curve in cattle. *Anim Prod*, 12, 535-538.

\*\* Bu çalışma Yrd. Doç. Dr. Kemal YAZGAN'ın doktora çalışmasının bir bölümünden özetlenmiştir.

**\*Yazışma Adresi:** Kemal YAZGAN  
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Zootečni Bölümü, Şanlıurfa  
e-mail: kyazgan@harran.edu.tr