

Holştayn İneklerin Süt Verimlerinde Üç Farklı Laktasyon Modelinin İncelenmesi

Mehmet Nurullah ORMAN

Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyometri Anabilim Dalı, Ankara-TÜRKİYE

Okan ERTUĞRUL

Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Genetik Anabilim Dalı, Ankara-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 24.02.1999

Özet: Bu çalışma Holştayn ırkı ineklere ait laktasyon eğrisi modelleri üzerinde yapılmıştır. Araştırmada kullanılan süt verim kayıtları Ceylanpınar Tarım İşletmesinden sağlanmıştır. Bu işletmeden elde edilen süt verim kayıtları üç farklı laktasyon modeli yardımıyla analiz edilmiştir.

Çalışmada kullanılan her üç modelinde belirtme katsayısı değerleri % 70.62 ile 79.47 arasında olmuştur. Modeldeki parametrelerin tahminleri sırasında sıfırdan küçük değerler alan parametre sonuçlarıyla karşılaşılmıştır. Bu sonuçların sıfırdan büyük değerler alınamayacağına yönelik kurulan hipotezler istatistiksel olarak kabul edilmiştir.

Süt verim tahminleri, gerçek laktasyon verimleri ve düzeltilmiş (2x305 EÇ) verimler olarak ayrı hesaplanmıştır. Gerçek süt verimleri ile Wood ve Glasbey modellerinin sonuçları arasında istatistiksel farklılık bulunmamıştır. Schaeffer modeli sonuçları, diğer sonuçlardan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p < 0.001$). Düzeltilmiş süt verim değerlerinde ise modellerden elde edilen sonuçlar ile gerçek verimler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Laktasyon eğrisi oluşturmak için yapılan grafiklerde en uygun sonucun Wood modeline ait olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: İnek, Holştayn, Laktasyon Eğrisi, En Küçük Kareler.

Investigation of Three Different Lactation Models in Milk Yields of Holstein Cows

Abstract: The purpose of this study was to determine the best lactation curve. Data were collected from the dairy cattle breeding unit at Ceylanpınar State Farm. Three different lactation curve models (Wood, Schaeffer, Glasbey) were applied to all data.

The values of the determination coefficients of three lactation curve models were estimated at 70.62–79.47%. Some negative estimated values were obtained during the estimation of parameters. These results were restricted by the hypothesis and were tested. All restrictions were accepted.

Total actual and mature equivalent (ME, 2x3057) milk yields were estimated. Differences between the actual values of lactation milk yield, and the estimated values of the Wood and Glasbey models were found to be non-significant. There were significant differences between the Schaeffer values and the other estimated values ($p < 0.001$). In the case of ME 2x305, milk yield, no significant differences were observed between the estimated values of the models and the actual values. It was concluded that the best model for the lactation curve was the Wood model.

Key Words: Cow, Holstein, Lactation Curve, Least Squares.

Giriş

Ekonomik gelirin hedeflendiği tüm hayvancılık kollarında olduğu gibi süt işletmelerinde de üretilen ürünün talep ile dengelenmesi ve üretimin kontrollü bir şekilde yapılması önemlidir. Düzenli olarak yapılan ıslah ve seleksiyon, bu dengenin oluşmasını ve üretimin devamlılığını sağlayıcı bir faktördür. Sütçü işletmeler belirli aralıklarla ineklerden elde ettikleri süt miktarlarını kayıt etmelidirler. Böylece hem bireyden hem de sürüden elde edilen süt düzenli olarak izlenebilir.

Laktasyon eğrisi modeli oluşturmak için yaygın olarak 10 ay süreyle ayda bir ya da iki kez süt kontrolü yapılmaktadır. Böylece laktasyon süresince her bir ineğe ait 10 ile 20 arasında kontrol yapılmış ve süt miktarlarına ait bilgiler kaydedilmiş olur. Yapılan kontroller zamana bağlı olduğu için kurulan regresyon modellerindeki atıklar arasında bir ilişkinin olabileceği düşünülebilir. Bu durumu düşünen araştırmacılar birçok farklı model kurmuşlardır. Bazı araştırmacılar her kontrolde elde edilen verimin, bir önceki verimden etkilendiği varsayımıyla regresyon

modellerine ardışık iki verim arasındaki ilişkiyi yerleştirmişlerdir (1, 2, 3, 4, 5.). Bunların yanında modellerde oluşan bağımlılığı göz önüne almadan yapılan çalışmalarda mevcuttur (6, 7, 8, 9, 10).

Wood modeli yaygın olarak logaritmik dönüşüm yapılarak kullanılmaktadır (8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17). Bu yöntemde ele alınan süt verim kayıtlarının logaritmik değerleri hesaplandıktan sonra ikinci aşama olarak laktasyon eğrisi tahmini yapılır. Süt verim değerlerini hesaplamak için anti-logaritmik ikinci bir dönüşüm uygulanır. Aynı modelin logaritmik dönüşüm yapılmadan kullanıldığı çalışmalarda bulunmaktadır (8, 11, 18). Bu modele ait her iki yöntemi de kullanan Cobby ve Le Du (11) doğrusal olmayan regresyon analizi ile doğrusal regresyon analizini karşılaştırmıştır. Logaritmik dönüşüm uygulanarak yapılan analizde, hata kareler toplamının 5.9 olduğu, dönüşüm uygulanmadan yapılan analizde ise 2.9 olduğu bildirilmiştir.

Schaeffer modelinde doğrusal olmayan regresyon analizi yöntemi uygulanmıştır. Bu modelin belirtme katsayısının Holştayn ırkı ineklerde % 97–98 olduğunu belirtirken, Jersey ırkı ineklerde % 82–98 olduğu bildirilmiştir. Schaeffer modelinin, süt verim değerleri birbirine yakın sürülerde daha uygun sonuçlar verdiği gözlenmiştir (5).

Glasbey modeli ise öz ilişki göz önüne alınarak oluşturulan bir modeldir. Laktasyon eğrisi modellerine ait bu modellerin dışında zaman serileri modeli (1, 19), Bayes yaklaşımı (4), parametrik olmayan modeller (14) gibi değişik yaklaşım ve analiz yöntemleri de kullanılmıştır.

Süt verim kayıtlarına ait eksik kontrolle yapılan laktasyon eğrisi tahminlerinde hatanın büyüdüğü, dolayısıyla süt kontrollerinin ve laktasyon sürelerinin 210 gün ve altında olmasının sonuçları etkilediği bildirilmiştir. Laktasyon eğrisi modellerinin oluşturulmasında verim kayıt aralıklarının da önemi bulunmaktadır. Süt verim kontrollerinin ayda bir olmasının yerine, günlük olduğu durumlarda modellerin hatalarının azaldığı belirtilmiştir (12).

Bu çalışmada düzenli olarak kayıt tutulan bir sürüye ait laktasyon eğrilerinin oluşturulması amaçlanmıştır. Süt verimi süt üretim fizyolojisinin gereği eğriseldir. Laktasyon eğrisi modelleri de doğrusal ya da doğrusal olmayan modellerle açıklanmaktadır. Bu çalışmada laktasyon süt verimi eğrisini açıklayabilen, doğrusal olmayan üç farklı regresyon modeli kullanılmıştır. Sonuçta ele alınan modellerin gerçek verimlere ne kadar yakın tahminler yaptığı araştırılarak, biyoistatistikçilere,

araştırmacılara, yetiştiricilere ışık tutacak açıklamalar sunmak hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Araştırmanın materyalini Ceylanpınar Tarım İşletmesinde yetiştirilen Holştayn ırkı ineklere ait süt verim kayıtları oluşturmuştur. İşletmede süt kontrolleri her ay düzenli olarak yapılmaktadır. Kontrol yapılan gün, her ineğin o günkü sabah ve akşam sağımından elde edilen toplam süt miktarları kaydedilmektedir. Kayıtlardan ineğin kulak numarası, kaçınıcı laktasyonda olduğu ve kontrol günlerine ait süt ve laktasyon günü alınmıştır. Araştırma materyali toplam 864 adet laktasyon süt verim kaydından oluşmuştur. Laktasyon gruplarına göre dağılım ise, birinci laktasyonda 211, ikincide 217, üçüncüde 170, dördüncüde 102, beşincide 67, altıncı ve yukarı laktasyonlarda ise 97 adet verim kaydı bulunmaktadır. Çalışmada ele alınan verim kayıtlarından rasgele örnekleme yöntemine göre (20), her bir laktasyon grubu için 50 adet kayıt seçilmiştir.

Çalışmada üç farklı laktasyon modeli kullanılmıştır. Bunlar Wood (model 1.1), Schaeffer (model 1.2) ve Glasbey (model 1.3) modelleri olup;

$$y = A.n^B . e^{-c.n} . \epsilon \quad (1.1)$$

$$y = A.e^{-B.(n)} . (1 - e^{-(c.n)}) / c.e^{\epsilon} \quad (1.2)$$

$$y = A.y_{t-1} + (b - B.A - A.C) - C.n(1 - A) + \epsilon \quad (1.3)$$

numaralı eşitliklerdir (5, 10, 21). Bu eşitliklerde;

A, B, C : Regresyon modelindeki katsayıları (parametreleri),

y : Süt verimini (kontrol gününe ait),

n : kontrol zamanını,

ϵ : artıkları (residual),

e : üstsel (exponential) fonksiyonunu, göstermektedir.

Modellerdeki parametrelerin tahminleri sonunda elde edilebilecek olan sıfırdan küçük parametreler, kısıtlı doğrusal olmayan tahmin yöntemiyle, sıfırdan büyük değer alıp alamayacağı araştırılmıştır. Kısıt uygulamadan yapılan analizlerde parametre tahminlerine ait sıfırdan küçük sonuçlarla karşılaşmıştır. Söz konusu olan bu sapmayı, istatistiksel olarak geçerli hale getirmek için kısıtlı doğrusal olmayan analiz kullanılmıştır.

Üç model için elde edilen parametre tahmin sonuçları, laktasyon gruplarında oluşabilecek farklılaşmayı belirlemek için varyans analizi ile test edilmiştir. Analizler sonucu elde edilen parametreler yardımıyla tüm laktasyon gruplarına ait laktasyon eğrileri çizilmiştir. Tüm laktasyon gruplarında 2 x 305 EÇ günlük süt verim değerleri, her bir model için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Bulgular

Parametre tahminlerinden elde edilen sonuçlar Tablo 1, 2, 3'de verilmiştir.

Wood modelinde, laktasyon grupları arası fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Schaeffer modelinde ilk parametre olan "A" için fark istatistiki olarak önemli ($p < 0.001$) bulunmuştur. Diğer parametrelerde oluşan fark istatistiksel olarak önemsizdir. Glasbey modelinde ise önemlilik yalnızca ikinci parametrede ($p < 0.001$) bulunmuştur.

Elde edilen parametre sonuçlarıyla oluşturulan laktasyon eğrileri Şekil 1-6'da verilmiştir. Oluşturulan laktasyon model ve eğrileri yardımıyla hesaplanan en yüksek verim zamanı ve en yüksek verim değeri Tablo 4'de verilmiştir.

Şekil 1-6: Laktasyon gruplarında üç modele ait laktasyon eğrileri.

En yüksek verim zamanları Wood modelinde diğer iki modele göre oldukça farklı hesaplanmıştır. Schaeffer ve Glasbey benzer sonuçlar verirken, Wood modeli oldukça

yüksek değerler vermiştir. En yüksek verim düzeyinde ise Wood ve Schaeffer benzer (6+ laktasyon grubu hariç) sonuçlar verirken, Glasbey bu iki gruptan nispeten farklı ve ilk 4 laktasyon grubunda daha az değerler göstermiştir.

Parametre tahminlerinin yanı sıra, her model için tüm laktasyon gruplarında hata kareler toplamları (HKT) ve belirtme katsayısı (R^2) değeri de tespit edilmiştir. Her üç model için elde edilen değerler Tablo 5 ve 6 da verilmiştir.

Hata kareler değerleri için laktasyon gruplarında yapılan varyans analizi sonuçları Wood modelinde istatistiksel olarak önemlilik $p < 0.0001$ iken diğer iki modelde fark istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde bulunmuştur.

Belirtme katsayısı (R^2) için laktasyon grupları arası yapılan varyans analizi sonuçları her üç modelde de önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur.

Tüm modellere ve gerçek verimlere ait laktasyon süt verim değerleri hesaplanmış ve varyans analizi sonuçları tablo 7'de verilmiştir. Duncan test sonuçlarına göre

Laktasyon No	Regresyon Modelinde Yer Alan Katsayılar (parametreler)					
	A		B		C	
	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$
1	11.9631	0.9335	0.2268	0.0346	0.0048	0.0003
2	13.1695	0.7578	0.2136	0.0483	0.0077	0.0029
3	14.1009	1.0829	0.1996	0.0302	0.0051	0.0003
4	15.1111	1.0689	0.1773	0.0266	0.0049	0.0003
5	14.4348	1.0806	0.1943	0.0299	0.0047	0.0003
6+	18.5560	3.3229	0.1766	0.0267	0.0049	0.0003
p		-		-		-

- : önemsiz

Tablo 1. Wood modeline ait parametre tahmin sonuçları.

Laktasyon No	Regresyon Modelinde Yer Alan Katsayılar (parametreler)					
	A		B		C	
	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$
1	2.9114 ^a	0.2053	0.0036	0.0002	1.1824	0.3901
2	1.2261 ^b	0.1904	0.0044	0.0003	0.5725	0.2946
3	1.3402 ^b	0.2127	0.0044	0.0003	0.5641	0.1848
4	1.6423 ^b	0.2351	0.0042	0.0002	0.8947	0.3294
5	1.3996 ^b	0.2249	0.0040	0.0003	0.6364	0.1723
6+	1.2742 ^b	0.2015	0.2019	0.0177	0.4680	0.1267
p		***		-		-

*** $p < 0.001$, - önemsiz

a, b: Her bir aşama içinde, aynı sütünde farklı harfler taşıyan gruplar arası fark önemli ($p < 0.05$).

Tablo 2. Schaeffer modeline ait parametre tahmin sonuçları.

Laktasyon No	Regresyon Modelinde Yer Alan Katsayılar (parametreler)					
	A		B		C	
	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$
1	0.1534	0.0237	20.3382 ^a	0.4888	0.0414	0.0019
2	0.1145	0.0160	20.4972 ^a	0.4712	0.0460	0.0020
3	0.1153	0.0184	22.4558 ^b	0.5539	0.0506	0.0024
4	0.1179	0.0200	22.6832 ^b	0.4525	0.5020	0.0020
5	0.1194	0.0192	23.2217 ^b	0.5438	0.0584	0.0089
6+	0.1223	0.0243	23.2127 ^b	0.5289	0.0509	0.0019
p	-		***		-	

*** p<0.001, - önemsiz

a, b: Her bir aşama içinde, aynı sütünde farklı harfler taşıyan gruplar arası fark önemli (p<0.05).

Tablo 3. Glasbey modeline ait parametre tahmin sonuçları.

Laktasyon Grupları	En yüksek verim zamanı			En yüksek verim düzeyi		
	Wood	Scheaffer	Glasbey	Wood	Scheaffer	Glasbey
1	47	4	1	22.861	20.161	15.491
2	28	3	8	21.630	20.328	18.123
3	39	3	8	24.013	22.270	21.563
4	36	3	6	23.912	22.495	18.760
5	41	3	8	26.192	23.007	25.941
6+	36	3	9	29.290	23.018	24.861

Tablo 4. Modellere ait en yüksek verim zamanı (gün) ve en yüksek verim düzeyi (kg).

Laktasyon No	Wood		Scheaffer		Glasbey	
	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$
1	35.0848 ^a	2.6847	213.4932 ^{ab}	33.5679	38.5606 ^a	2.9279
2	36.9488 ^a	3.6104	159.1668 ^a	22.0509	39.1836 ^a	3.4781
3	43.1618 ^{ab}	3.9797	328.1074 ^b	52.8183	40.9542 ^{ab}	3.3601
4	50.4900 ^{bc}	4.6800	317.5374 ^b	46.9683	52.1192 ^{bc}	4.3708
5	58.0462 ^c	4.9776	235.4270 ^{ab}	29.0436	59.7512 ^c	4.5882
6+	49.9582 ^{bc}	4.9427	240.2614 ^{ab}	31.4174	51.9044 ^{bc}	5.2520
p	***		*		***	

*: p<0.05, *** p<0.001,

a, b Her bir aşama içinde, aynı sütünde farklı harfler taşıyan gruplar arası fark önemli (p<0.05).

Tablo 5. Modellere ait hata kareler toplamları.

Scheaffer modelinde elde edilen laktasyon verim değerlerinin diğer modeller ve gerçek laktasyon verimlerinden düşüklüğü istatistiksel olarak yüksek düzeyde önemli bulunmuştur (p<0.0001). Gerçek süt verimleri ile Wood ve Glasbey modellerine ait laktasyon süt verim değerleri arasında fark önemli bulunmamıştır.

Süt verimlerinin 2 x 305 EÇ'ye göre düzeltilmiş değerleri Tablo 8'de verilmiştir. Tüm laktasyon gruplarında modeller ve gerçek değerler arasında yapılan varyans analizi sonuçları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Laktasyon No	Wood		Scheaffer		Glasbey	
	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$
1	75.6008 ^{ab}	1.4616	76.0800 ^{ab}	1.8600	72.7964 ^{ab}	1.7529
2	79.4770 ^b	1.2170	78.5400 ^b	1.5600	78.0032 ^c	1.5780
3	79.4060 ^b	1.6335	78.2900 ^b	1.9500	78.6356 ^c	1.7387
4	77.7766 ^{ab}	1.4778	77.7100 ^b	1.9900	76.6100 ^{abc}	1.5811
5	73.5248 ^a	1.7530	70.6200 ^a	2.5400	72.0706 ^a	1.7598
6+	78.6890 ^b	1.4423	78.6300 ^b	1.7100	77.3956 ^{bc}	1.4773
p	*		*		*	

Tablo 6. Modellere ait belirtme katsayısı değerleri.

*: $p < 0.05$ a, b: Her bir aşama içinde, aynı sütünde farklı harfler taşıyan gruplar arası fark önemli ($p < 0.05$).

Tablo 7. Modeller yoluyla elde edilen ve gerçekleşen laktasyon süt verim değerleri.

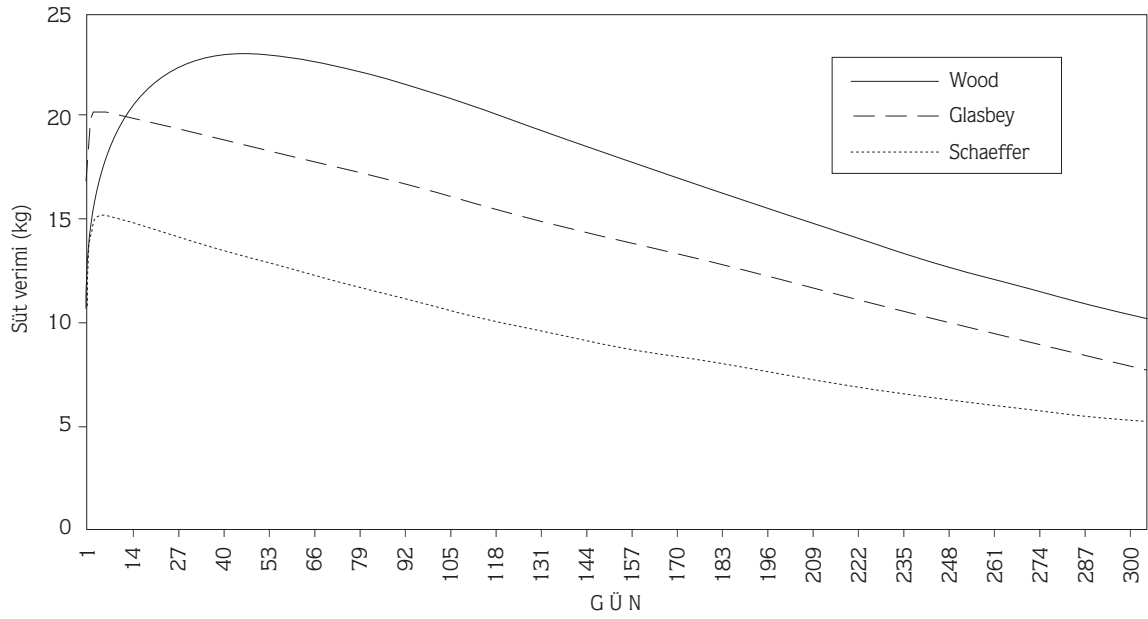
Laktasyon No.	Wood		Scheaffer		Glasbey		Gerçek Verim		p
	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	
1	3956.52 ^a	103.73	3220.73 ^b	133.69	3954.68 ^a	103.93	3966.68 ^a	104.02	***
2	3813.10 ^a	107.50	3262.37 ^b	103.95	3804.19 ^a	105.98	3818.26 ^a	108.13	***
3	4185.47 ^a	124.58	3221.02 ^b	138.22	4186.54 ^a	126.20	4198.16 ^a	131.34	***
4	4268.75 ^a	107.43	3532.92 ^b	137.82	4258.23 ^a	107.14	4269.84 ^a	107.88	***
5	4395.09 ^a	115.13	3680.01 ^b	150.36	4391.78 ^a	114.91	4397.86 ^a	116.63	***
6+	4359.01 ^a	123.53	3643.82 ^b	156.89	4356.57 ^a	122.93	4362.06 ^a	124.19	***

***: $p < 0.001$

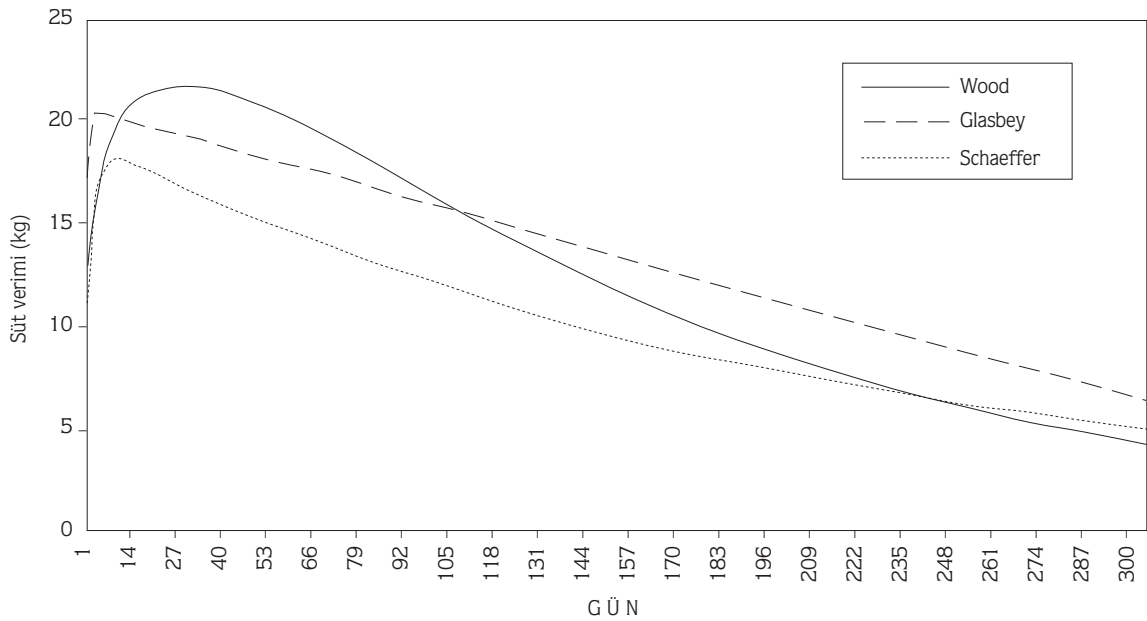
a, b: aynı satırda farklı harfleri taşıyan gruplar arası fark önemli.

Tablo 8. Laktasyon gruplarına göre düzeltilmiş gerçek süt verimleri ile modellere ait 2 x 305 EÇ'ye göre düzeltilmiş süt verim değerleri.

Laktasyon No.	Wood		Scheaffer		Glasbey		Gerçek Verim		p
	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	\bar{x}	$\pm S\bar{x}$	
1	4200.85	107.41	3821.71	143.78	4249.97	105.00	4099.81	100.29	-
2	4077.19	107.82	4004.03	110.77	4116.20	105.45	3970.21	106.99	-
3	1295.98	127.47	4333.89	113.35	4449.40	109.87	4363.45	132.77	-
4	4541.13	105.55	4533.86	116.44	4610.25	104.28	4424.87	104.00	-
5	4693.98	113.88	4590.96	116.70	4632.41	152.63	4557.31	119.39	-
6+	4616.66	117.27	4397.61	112.46	4669.88	118.66	4492.66	116.33	-



Şekil 1. Birinci Laktasyon grubunda üç modele ait laktasyon eğrileri.

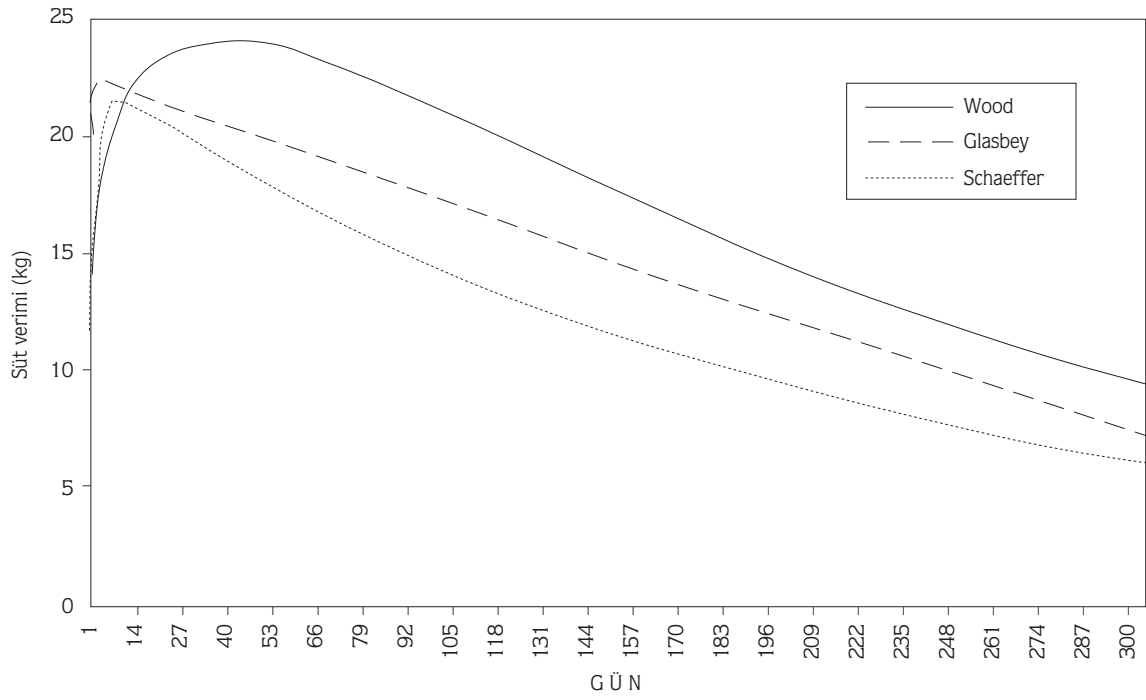


Şekil 2. İkinci Laktasyon grubunda üç modele ait laktasyon eğrileri.

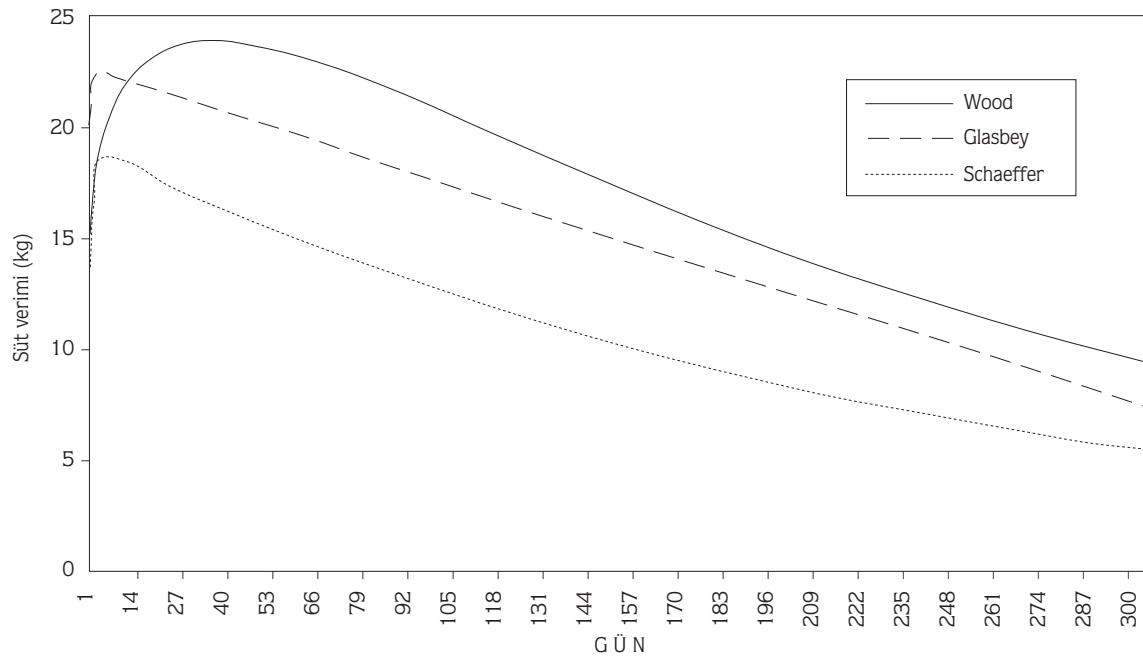
Tartışma ve Sonuç

Çalışmada model sırasıyla % 15.67, % 23.33 ve % 31.00 olarak belirlenen sıfırdan küçük parametre değerine sahip analizler genel olarak literatürlerde

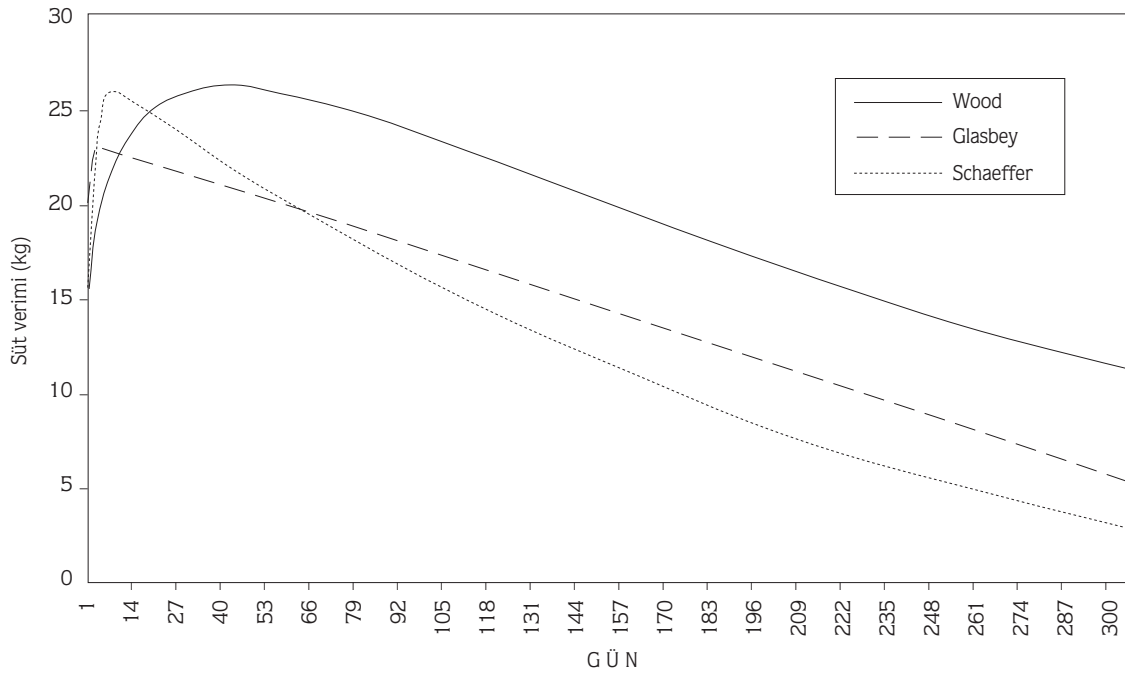
kullanılan ve değişik modellere ait sonuçların altında gözlenmiştir (9, 18). Yaygın olarak laktasyon eğrilerinde karşılaşılan bu durum normal dışı eğriler olarak isimlendirilmiş ve analiz dışı tutulmuşlardır (9, 18, 22,



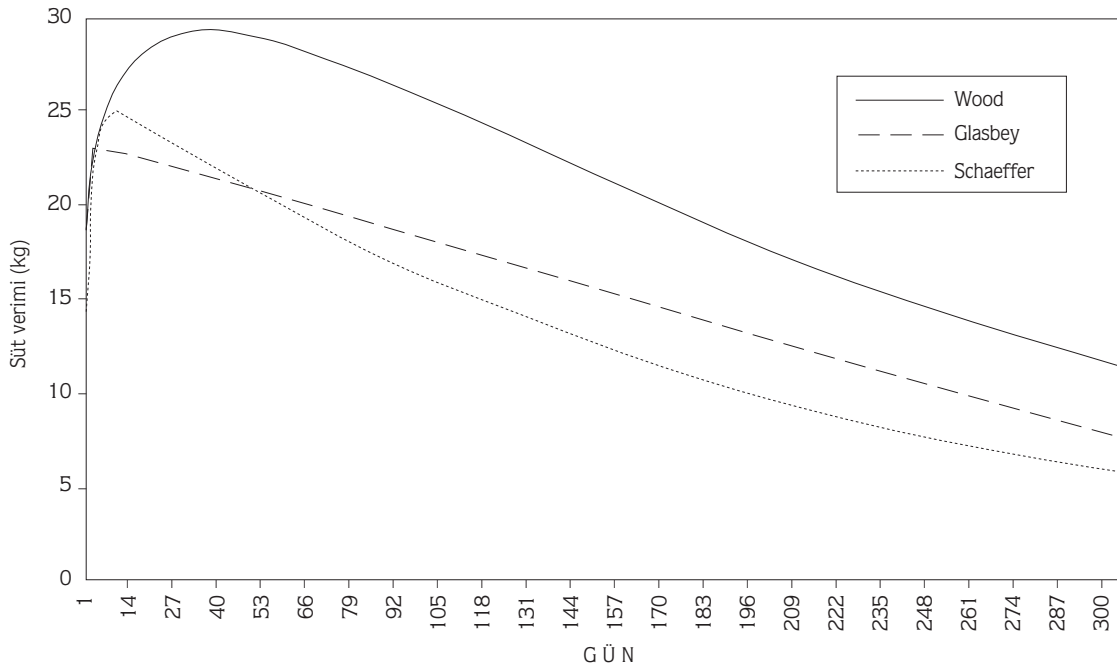
Şekil 3. Üçüncü Laktasyon grubunda üç modele ait laktasyon eğrileri.



Şekil 4. Dördüncü Laktasyon grubunda üç modele ait laktasyon eğrileri.



Şekil 5. Beşinci Laktasyon grubunda üç modele ait laktasyon eğrileri.



Şekil 6. Altıncı Laktasyon grubunda üç modele ait laktasyon eğrileri.

23). Analizler sonucu elde edilen normal dışı sonuçları tamamen göz ardı etmek yerine parametrelerin sıfırdan büyük değerler alabileceği gerçeğiyle oluşturulacak

kısıtlamalar, modellere eklenerek kısıtlı regresyon analizi şekline dönüştürülmüştür. Yapılan analiz sonucu kısıtlı modellerle normal modeller arası farkın istatistiksel

olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Böylece kısıtlı modellerin geçerliliği kabul edilip, analizlerde kullanılmıştır.

Wood modelinin ilk parametresi olan "A" için elde edilen değerler Kellogg ve ark. (18)'in Holştayn ineklerde yaptıkları ve üç laktasyon grubunda inceledikleri çalışmada elde edilen sonuçlardan daha düşüktür. Aynı zaman da bu değer değişik araştırmacıların Holştayn ırkına ait elde ettikleri değerlerin altında kalmıştır (10, 18, 22). İkinci parametre için elde edilen sonuçlar literatüre uygunluk göstermiştir. Bir çalışmada parametre değerleri sıfırdan küçük olarak yayınlanmıştır (22). Son parametre için elde edilen değerler bazı araştırmacıların elde ettikleri sonuçlara uygunluk gösterirken (13, 22), bazı çalışmalarda elde edilen değerlerin altında kalmıştır (10, 17, 18). Scheaffer modelinde ise A ve C parametreleri, Scheaffer ve arkadaşlarının Holştayn ve Jerseyler için verdiği değerlerin üzerinde, B için ise altında hesaplanmıştır. Glasbey modelinde ise elde edilen sonuçlar Glasbey'in (24) elde ettiği sonuçların altında kalmıştır.

Çalışmada ele alınan modellere ait parametre tahminlerinin literatürün genel olarak altında değerler aldığı gözlenmiştir (10, 17, 18). Holştayn ırkının genel özelliği ılıman ve zengin meraya sahip bölgelerde daha iyi verim elde edilmesidir. Kayıtların alındığı bölgenin iklim şartları göz önüne alındığı zaman, analizler sonucu tahmin edilen parametrelerdeki değerlerin literatür bildirişlerden daha küçük olması normal kabul edilebilir. Bu sonuçlar Türkiye iklim şartlarındaki süt sığırlarının verimlerine ait değerlerin modellenmesi olduğu için farklı değerler olması olası bir sonuç olarak kabul edilebilir.

Modellerin veri yapısına uyumunun bir göstergesi olan belirtme katsayısı (R^2) tüm laktasyon gruplarında % 70 ile 80 arasında hesaplanmıştır. Farklı araştırmacıların bu çalışmada ele alınan modeller ya da başka modeller yardımıyla elde ettikleri sonuçlar % 50 ile % 99 arasında değişmektedir (5, 9, 11, 18, 25). Belirtme katsayısının büyük olması modelde kullanılan bağımsız değişkenin ve modelin bağımlı değişkeni açıklama düzeyini gösterir. Çalışmada bulunan % 70-80'lik değerler ana yaşı, buzağılama mevsimi gibi etkenlerin modele eklenmesiyle daha yüksek düzeylere çıkarılabilir. Bu değerler kontrol aralığı arttıkça, yani süt kontrolleri haftada bir ya da iki haftada bir yapılarak daha yüksek düzeylere çıkarılabilir.

Buna benzer çalışmalarda kullanılan veriler ile oluşturulan model arasında belirli bir düzeyde fark oluşması beklenen bir sonuçtur. Bir farkın küçük olması, gerçekte olmaması istenen bir durumdur. Bu amaçla hesaplanan hata kareler toplamları Scheaffer modeli hariç Wood'un (23) belirttiği değerlere uygunluk göstermektedir.

Zamana bağlı olarak elde edilen verilerde oluşturulan regresyon modellerinde öz ilişkinin oluşabileceği belirtilmiştir (1, 3, 21, 26, 27). Bu araştırmacılar artıklardaki oluşabilecek bağımlılığı yok edebilecek modeller önermişlerdir. Bu çalışmada Laktasyon eğrisi modellerindeki artıklarda bu tip bir ilişkiye rastlanmamıştır. Çalışmada böyle bir bağımlılığın belirlenmemesi süt kontrol aralığının uzun olmasına bağlanabilir. Kontrol aralığının kısa tutulup daha fazla kontrol yapılması modelin uyumunu arttırırken, arttıklarda da öz ilişkinin oluşmasına sebep olacaktır. Süt kontrol aralığı kısa tutularak yapılan laktasyon eğrisi çalışmalarında öz ilişkili modeller tercih edilmelidir. Böylece daha uzun modellemeler yapılabilir.

En yüksek verim düzeyine erişme zamanları modeller arasında ve laktasyon gruplarında farklılık göstermektedir. Wood modelinde bu süre 28 ile 47 günler arasında gerçekleşmiştir. Diğer iki modelde ise 1 ile 9 günler arasındadır. Holştaynlara ait en yüksek verim zamanları 42 ile 49 gün arasındadır. Bu çalışmada elde edilen değerlerden Wood modeli sonuçları ikinci laktasyon grubu hariç literatürlere uygunluk göstermektedir (10, 18, 25, 28). Diğer iki modelde ise çalışmada elde edilen bu değerler literatürlerde elde edilen değerlere göre çok erken olarak belirlenmiştir. En yüksek verim düzeyleri de literatür bildirişlerden düşük hesaplanmıştır (10, 18). Bu durum genetik farklılıklardan kaynaklandığı gibi işletme, iklim gibi sebeplerden de oluşabilir. Bununla birlikte çalışmada Wood modeli ile elde edilen en yüksek verim düzeyini destekleyen literatüre de rastlanmıştır (25). Laktasyon eğrileri her üç modelde de farklılık göstermiştir. Genel yapı olarak laktasyon süt verimini en iyi temsil edebilen modelin Wood modeli olduğu belirlenmiştir. Çalışmada oluşturulan laktasyon eğrisi modellerine uygun modellere de literatürlerde yer almıştır (3, 10, 11, 17, 18, 23, 27, 29).

Sonuç ve Öneriler

Gerek eğrinin yapısı gerek hata kareler değerleri ve gerekse süt verim tahmin değerleri diğer modellerle karşılaştırıldığında Gama modelinde gerçek laktasyon eğrisine yakın sonuçlar alınmıştır. Süt verim değerlerine bir ya da bir kaç kez dönüşüm uygulayarak modellemenin bilgi kaybına sebep olduğu ve böylece toplam süt verimlerinin tahmininde yetersiz kaldığı görülmüştür.

Zamana bağımlı olarak alınan verimlerde gözlenen öz ilişki oluşma tehlikesi, bu çalışmada tespit edilememiştir. Bunun sebebi olarak süt kontrol aralığının uzun olması gösterilebilir. Süt verimi için yapılan kontrol aralığının uzun olması ardışık verimler arası ilişkinin zayıflamasına

sebepl olacaktır. Süt verim kontrol aralığını uzun tutmak öz ilişkinin zayıflamasına ve hatta istatistiksel olarak önemsiz bulunmasına katkıda bulunacaktır. Bu arada kontrol aralığının uzun tutulması laktasyon ya da 305 günlük süt verim tahminlerinde hatanın büyümesine

sebepl olacaktır. Ardışık veriler arasındaki ilişkiyi azaltabilmek için kontrol süresini kısa tutup veriler arasındaki bağımlılığı yok eden modeller tercih edilmelidir. Böylece laktasyon süt verim tahminlerindeki hatayı en düşük düzeye indirme olanağı elde edilecektir.

Kaynaklar

1. Deluyker, H.A., Shumway, R.H., Wecker W.E., Arazi A.S., Weaver, L.D.: Modeling Daily Milk Yield in Holstein Cows Using Time Series Analysis. *J. Dairy Sci.*, 1990; 73, 539–548.
2. Dhanoa, M.S., Le Du, Y.L.P.: A Partial Adjustment Model to Describe the Lactation Curve of a Dairy Cow. *Anim. Prod.*, 1982, 34: 243–247.
3. Goodall, E.A., Sprevak, D.: A Note on a Stochastic Model to Describe the Milk Yield of Dairy Cow. *Anim. Prod.*, 1984, 38: 133–136.
4. Goodall, E.A., Sprevak, D.: A Bayesian Estimation of the Lactation Curve of a Dairy Cow. *Anim. Prod.*, 1984, 40: 189–193.
5. Schaeffer, L.R., Minder, C.E., Mc Millan, F., Burnside, E.B.: Nonlinear Techniques for Predicting 305– day Lactation Production of Holstein and Jersey. *J. Dairy Sci.*, 1977, 60: 1636–1644.
6. Gahlot, G.G., Gahlot, R.S., Jairath, L.K.: Pattern of Lactation Curve in Rathi Cattle. *Indian J. Anim. Sci.*, 1988, 58 (9): 1112–1114.
7. Morant, S.V. and Gnanasakthy A.: A New Approach to the Mathematical Formulation of Lactation Curves. *Anim. Prod.*, 1998, 49: 151–162.
8. Rowlands, G.J., Lukey, S., Russell, A.M.: A Comparison of Different Models of the Lactation Curve in Dairy Cattle. *Anim. Prod.*, 1982, 35: 135–144.
9. Shanks, R.D., Freeman, A.E., Dickinson, F.N., Berger, P.J.: Genetic Aspects of Lactation Curves. *J. Dairy Sci.*, 1981, 64: 1852–1860.
10. Wood, P.D.P.: Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*, 1967, 216 (511): 164–165.
11. Cobby, J.M., Le Du, Y.P.L.: On Fitting Curves to Lactation Data. *Anim. Prod.*, 1978, 26: 127–133.
12. Congleton, W.R., Jr Everett, R.W.: Error and Bias in Using the Incomplete Gamma Function to Describe Lactation Curves. *J. Dairy Sci.*, 1980, 63: 101–108.
13. Congleton, W.R., Jr Everett, R.W.: Application of the Incomplete Gamma Function to Predict Cumulative Milk Production. *J. Dairy Sci.*, 1980, 63: 109–119.
14. Elston, D.A., Glasbey, C.A., Nellson, D.R.: Non-Parametric Lactation Curves. *Anim. Prod.*, 1989, 48 (29): 331–339.
15. Schutz, M.M., Hansen, L.B., Steuernagel, G.R., Kuck, A.L.: Variation of Milk, Fat, Protein and Somatic Cell for Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.*, 1990, 73 (2): 484–493.
16. Swalve, H.H.: Detection of Bovine Somatotropin Treatment in Dairy Cattle Performance Records. *J. Dairy Sci.*, 1991, 74 (5): 1690–1699.
17. Wood, P.D.P.: Factors Affecting the Shape of the Lactation Curve in Cattle. *Anim. Prod.*, 1969, 2 (3): 307–316.
18. Kellogg, D.W., Urquhart, N.S., Ortega, A.J.: Estimating Holstein Lactation Curves with a Gamma Curve. *J. Dairy Sci.*, 1977, 60: 1308–1315.
19. Alpan, O.: Sığır Yetiştiriciliği ve Besiciliği. 2. Basım, Ankara, 1992.
20. Cochran, W.G.: Sampling Techniques. Third Ed., John Wiley and Sons, New York, 1977.
21. Glasbey, C.A.: Examples of Regression with Serially Correlated Errors. *The Statistician*, 1983, 37: 277–291.
22. Papajcsik, I.A., Bodea, J.: Modelling Lactation Curves of Friesian Cows in a Subtropical Climate. *Anim. Prod.*, 1988, 47 (2): 201–207.
23. Strandberg, E., Lundberg, C.: A Note on the Estimation of Environmental Effects on Lactation Curves. *Anim. Prod.*, 1991, 53 (3): 399–402.
24. Glasbey, C.A.: Correlated Residual in Nonlinear Regression Applied to Growth Data. *Appl. Statist.*, 1979, 28 (3): 251–259.
25. Grossman, M., Koops, W.J.: Multiphastic Analysis of Lactation Curves in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.*, 1988, 71: 1598–1608.
26. Gallant, R.A.: Non-Linear regression. *The American Statistician*, 1975, 29: 73–81.
27. Orman, M.N.: Constrained Nonlinear Least Squares Estimation: A Milk Production Study. METU, Master Science Thesis, Ankara, 1991.
28. Mansuri, M.N., Dave, A.D.: Study on the Lactation Curve and the Rate of Describe in Milk Yield in Crossbred Cattle. *Indian Vet. J.*, 1990, 67 (2): 127–129.
29. Jenkins, T.G., Ferrell, C.L.: A Note on Lactation Curves of Crossbred Cows. *Anim. Prod.*, 1984, 39: 479–482.