

Yetiştirici Elinde Bulunan Norduz Koyunlarının Laktasyon Süt Verimi ve Laktasyon Eğrisine Etki Eden Faktörler

Seyrani KONCAGÜL *  İrfan DAŞKIRAN ** Mehmet BİNGÖL ***

* Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, TR-63200 Şanlıurfa - TÜRKİYE

** Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, TR-06171 Yenimahalle, Ankara - TÜRKİYE

*** Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, TR-65080 Van - TÜRKİYE

Makale Kodu (Article Code): KVFD-2012-6296

Özet

Bu çalışmada, Norduz ırkı koyunlara ait laktasyon eğrilerinin tanımlanmasında kullanılan modeller karşılaştırılmış ve laktasyon eğrisini en iyi tanımlayan model kullanılarak laktasyon eğrisi parametreleri tahmin edilmiştir. Daha sonra, bu parametrelere ve laktasyon süt verimine etki eden faktörler araştırılmıştır. Analizlerde, 189 tamamlanmış laktasyona ait toplam 2.366 denetim günü verim kaydı kullanılmıştır. Laktasyon eğrisinin doğumdan itibaren önce bir azalma bunu takiben laktasyon ortasına doğru bir artış ve daha sonra tekrar azalma gösteren sinüzoidal bir şekil gösterdiği gözlenmiştir. Dördüncü dereceden Legendre polinomial (LEG4) model, halk elinde yetiştiriciliği yapılan Norduz koyunlarının laktasyon eğrisini tanımlamakta en yaygın olarak kullanılan matematiksel modellerden daha iyi bir performans göstermiştir. 180-gün laktasyon süresine göre standardize edilmiş toplam süt verimi 130.9 ± 3.24 kg olarak tespit edilmiştir. Laktasyon sırası, kuzulama yaşı ve kuzulama ayı laktasyon süt verimi üzerinde önemli etkiye sahip olup, kuzulama ayı ve laktasyon sırasının laktasyon eğrisinin şekli üzerinde de önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Laktasyon, Norduz koyunu, Legendre polinomyaller

Factors Affecting Lactation Milk Yield and Lactation Curve of Norduz Sheep in Farmer Condition

Summary

In this research, mathematical models describing lactation curve of Norduz sheep breed were compared, and lactation parameters were estimated by selected model describing the lactation curve better than others. Then, factors affecting the lactation parameters and lactation milk yield were investigated. In the analysis, a total of 2.366 test-day records belonging to 189 completed lactations were used. It was observed that the lactation curve showed a decrease after lambing followed by an increase towards to the middle of the lactation, and then a decrease afterwards, like a sinusoidal shape. The fourth degree Legendre polynomial model (LEG4), comparing to other models used, showed the best performance in describing the lactation curve of Norduz sheep raised in farmer condition. Total lactation milk yield, corrected to 180-day lactation length, was 130.9 ± 3.24 kg. It was found that parity, lambing age and lambing month have a significant effect on lactation milk yield (LSV), and lambing month and parity also have a significant effect on lactation trajectory.

Keywords: Lactation, Norduz sheep, Legendre polynomials

GİRİŞ

Laktasyon eğrilerinin bilinmesi hem uygun bir ıslah programı ^{1,2} hazırlamak için hem de uygun bir sürü yönetim ve üretim planlaması yapabilmek için de önemli bilgiler sağlar ^{3,4}. Laktasyon eğrilerini tanımlamakta kullanılan matematiksel modeller bir taraftan tamamlanmamış laktasyonlarda toplam süt verimini tahmin etmek için kullanı-

lırken, diğer taraftan çevre ve sürü yönetim faktörleri bakımından da modelleme çalışmalarında kullanılırlar ⁵. Wood-model ⁶ bu hususta en iyi bilinen model olmasına rağmen, daha sonraki araştırmalarda özellikle süt sığırlarının laktasyon seyrini tanımlamakta kullanılan birçok değişik model önerilmiş ve araştırmalarda kullanılmıştır ^{5,7-19}.



İletişim (Correspondence)



+90 414 3183713



m_seyrani_n@yahoo.com

Bu modellerin çoğu keçi ^{2,20,21} ve koyunların ^{13,22-26} laktasyon eğrilerini tanımlamak için de kullanılmıştır. Ancak, koyunların laktasyon eğrilerinin tanımlanmasında sıklıkla Wood-model'inden yararlanılmıştır ^{3,27,28}.

Süt verimi ve laktasyon eğrisine etki eden çevre faktörleri ve etkilerinin belirlenmesi amacıyla koyunlar üzerinde bir dizi çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda özellikle ırk, kuzulama yılı ve sezonu, laktasyon sırası, ilk laktasyona başlama yaşı, verim seviyesi, kuzulamadan önceki ve sonraki dönemde besleme ve doğum tipi gibi faktörlerin laktasyon eğrisine ve toplam süt verimine etki ettikleri bildirilmiştir ^{21,29-35}.

Norduz koyunlarının laktasyon süt verimine etki eden faktörlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar sınırlıdır ^{36,37}. Araştırmacılar, Norduz koyunları üzerinde yaptıkları çalışmalarda, laktasyon süresi ve laktasyon süt verimi üzerine yaş, doğum tipi ve vücut ağırlığının önemli etki ettiğini, günlük süt verimi üzerine ise yaş ve doğum tipinin etki ettiğini bildirmiş olup, laktasyon süresi ve laktasyon süt verimi bakımından Türkiye'de yetiştirilen diğer yerli ırklardan daha iyi performans gösterdiğini ve etkili bir seleksiyon programıyla bu ırkın ıslah edilebileceğini bildirmiştir.

Bu çalışma, Norduz koyunlarında laktasyon eğrisini tanımlayan ve laktasyon eğrisi parametrelerine etki eden faktörleri inceleyen ilk çalışma olması bakımından önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amaçları: 1) Norduz koyunlarında laktasyon eğrisini tanımlayan en iyi modelin belirlenmesi ve 2) Belirlenen model kullanılarak laktasyonun tanımlanması ve laktasyon eğrisi parametrelerine ve laktasyon süt verimine etki eden faktörlerin incelenmesidir.

MATERYAL ve METOT

Veri

Norduz koyunları Doğu Anadolu Bölgesi'nin yerli koyun ırkıdır ve yöredeki 23 köyde meraya dayalı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Veriler, Van ili Gürpınar ilçesine bağlı Norduz yöresinde yetiştirici elinde bulunan Norduz ırkı koyunlardan toplanmıştır. 189 koyunun tamamlanmış laktasyonuna ait toplam 2.366 denetim günü verisi analiz edilmiştir: her koyundan her 14 günde bir olmak üzere laktasyon süresince toplam 14 süt denetimi verisi toplanmıştır. Analize dahil edilen tüm laktasyonlar en az 5 denetim günü verisine ve ilk denetim günü kuzulamadan sonraki iki hafta içerisinde toplanmış olma özelliğine sahip olup bu özellikleri taşımayanlar analiz dışı bırakılmışlardır. Verim kontrolleri ilk test günü sağımı yapıldıktan sonra her iki haftada bir tekrarlanmıştır. Böylece laktasyon eğrisini daha iyi tanımlama olanağına sahip olunmuştur. Denetim günü süt verimleri bir gün akşam diğer gün sabah sağımı esasına göre alınmış ve sabah-akşam sağılan süt miktarları toplanarak denetim günü verimi (kg) olarak kaydedilmiştir.

Veri Analizi

Laktasyon eğrilerini tanımlamakta kullanılan modeller bakımından literatür taraması yapılmış ve en yaygın olarak kullanılan modeller seçilmiştir. Bunun yanında, son zamanlarda süt sığırlarının laktasyon eğrilerinin tanımlanmasında kullanılmaya başlanılan Legendre polinomiyaller de koyunların laktasyon eğrilerini tanımlamakta kullanılabilir olanaklarını araştırmak için analiz modellerine dahil edilmiştir. Verilerin analizinde kullanılan modeller:

$$\text{MG Modeli}^5 : y_t = e^{(a-bt_1-ct_1^2-d/t)}$$

$$\text{LMG Modeli}^5 : \log(y_t) = a - bt_1 - ct_1^2 - d/t$$

$$\text{Nel Modeli}^{14} : y_t = t/a + bt + ct^2$$

$$\text{Wood Modeli}^6 : y_t = at^b e^{-cn}$$

$$\text{LWood Modeli}^6 : \log(y_t) = \log(a) + b \log(t) - ct$$

$$\text{CLD Modeli}^9 : y_t = a - bt - ae^{-ct}$$

Burada, y_t kuzulamadan sonraki t. gündeki denetim günü süt verimini, a, b, c, d model parametrelerini, t kuzulamadan sonraki t. günü, t_1 ise

$$t_1 = (t - \text{laktasyon uzun} / 2) / 100$$

olarak ifade etmektedir.

Legendre polinomial (LEG): Süt sığırlarının laktasyon eğrilerini tanımlamak için kullanılmıştır ³⁸. Bu model şöyle tanımlanmaktadır:

$$y_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i \phi(t)$$

burada, t: -1 ve +1 arasında bir değer alır (Eşitlik 1), tg_{\min} ve tg_{\max} sırasıyla ilk ve son denetim günlerini ^{38,39}, $\phi(t)$ ifadesi ise normalize edilmiş polinomialı belirtir (Eşitlik 2). $P_n(t)$ ise polinomialın n. derecesini göstermektedir (Eşitlik 2),

$$t = 2 \left(\frac{tg - tg_{\min}}{tg_{\max} - tg_{\min}} \right) - 1 \quad [1] \quad \phi(t) = \sqrt{\frac{2n+1}{2}} P_n(t) \quad [2]$$

çalışmada kullanılan ikinci (LEG2), üçüncü (LEG3) ve dördüncü (LEG4) derece legendre polinomiyaller aşağıda verildiği gibidir ³⁹,

$$P_2(t) = \frac{1}{2}(3t^2 - 1) \quad P_3(t) = \frac{1}{2}(5t^3 - 3t)$$

$$P_4(t) = \frac{1}{8}(35t^4 - 30t^2 + 3)$$

Araştırmada süt verilerinin analizinde SAS ⁴⁰ paket programındaki PROC NLIN süreci kullanılmıştır. Modellerin karşılaştırılmasında ölçüt olarak, kalıntı ortalamaları (KO), belirleme katsayısı (R^2), ve gözlenen ve tahmin edilen laktasyon eğrisi arasındaki korrelasyon katsayısı (r) kullanılmıştır.

Laktasyon eğrisini tanımlayan en iyi model belirlendikten sonra, model parametreleri kullanılarak tahmini laktasyon süt verimleri (TLSV) hesaplanmıştır. Tahminleri elde etmek için, günlük ve toplam laktasyon süt verimleri koyun başına hesaplanmıştır. Belirlenen modelin parametreleri kullanılarak elde edilen tahmini laktasyon süt verimi (LSV), Fleischmann⁴¹ metodu adı verilen yöntemle hesaplanan laktasyon süt verimi (LSV) ile karşılaştırılmıştır. Fleischmann metodunun genel ifadesi şöyledir:

$$LSV = S_1 \times A_1 + \sum_{i=2}^n \frac{S_i + S_{i-1}}{2} \times A_i + S_{n+1} \times 15$$

burada, LSV, toplam laktasyon süt verimi; A_1 , kuzulama ile ilk süt denetim sağımları arasındaki gün sayısı; A_i , i 'inci denetim sağımları ile $i+1$ 'inci denetim sağımları arasındaki gün sayısı; S_i , i 'inci denetim sağımlarındaki süt miktarı; ve 15 ise, son denetim süt sağımlarından laktasyonun sonuna kadar geçtiği varsayılan gün sayısı. LSV ve TLSV elde edildikten sonra, bu değerler 180 gün laktasyon süresi esas alınarak standardizasyon yapılmıştır. Belirlenen modele ait parametreler ve 180 güne göre standardize edilmiş LSV ve TLSV arasındaki korelasyon katsayıları da SAS PROC CORR süreci kullanılarak hesaplanmıştır.

Belirlenen modelden elde edilen parametrelere ve laktasyon süt verimine (LSV) etki eden faktörlerin (çevresel ve sürü yönetimi bakımından) belirlenmesi amacıyla, aşağıdaki doğrusal model kullanılarak SAS PROC GLM yöntemiyle analiz edilmiştir:

$$Y_{ijklm} = \mu + KA_i + LS_j + DT_k + YAS_l + e_{ijklm}$$

burada, Y_{ijklm} = TLSV, LSV ve model parametrelerini; μ , analiz edilen özellik bakımından genel ortalamayı; KA_i , i 'inci kuzulama ayının; LS_j , j 'inci laktasyon sırasının; DT_k , k 'inci doğum tipinin etkisini; YAS_l , l 'inci yaştın etkisini; e_{ijklm} ise hatayı temsil etmektedirler. Modeldeki çevre faktörlerinin seviyeleri arasındaki karşılaştırmalar ise SAS PROC GLM sürecindeki MEANS/LSD seçeneği kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

Model Seçimi

Modellerin, laktasyon eğrilerine uyum istatistikleri *Tablo 1*'de verilmektedir. Kalıntı Ortalamaları (KO) bakımından en kötü performansı Nelder ve Wood modelleri göstermiş, buna karşılık diğer bütün modellerden elde edilen KO'lar 0'dan farksız bulunmuştur. Belirleme katsayısı (R^2) bakımından, en iyi performansı Legendre polinomialler (LEG) göstermiştir, bunlar arasında 0.96 ile LEG4 en yüksek R^2 değerini alırken, bunu sırasıyla 0.94 ve 0.92 ile LEG3 ve LEG2 izlemişlerdir. Diğer modellerden elde edilen R^2 değerleri 0.90'ın altında kalmışlardır. Aynı durum, gözlenen ve tahmin edilen laktasyon eğrisi arasındaki korelasyon (r) katsayısı bakımından da gözlemlenmiştir. En yüksek r değerini 0.74 ile LEG4 alırken, bunu sırasıyla 0.66 ve 0.60 ile LEG3 ve LEG2 izlemişlerdir. Diğer modellerden elde edilen değerler çok daha düşük olarak bulunmuştur. KO, R^2 ve r parametreleri birlikte değerlendirildiğinde, bu araştırmada kullanılan Norduz koyunlarının laktasyon eğrilerini en iyi tanımlayan modelin LEG4 modeli olduğu belirlenmiştir. Bundan dolayı, bu makalenin geri kalan kısmında LEG4 modelinin parametreleri kullanılarak laktasyon eğrisinin özellikleri tanımlanacak, laktasyon eğrisi ve laktasyon süt verimine etki eden faktörlerin belirlenmesine yer verilecektir.

Model Parametrelerinin Anlamı

Model parametreleri ve standart hataları ile model parametreleri arasındaki korelasyonlar *Tablo 2*'de verilmektedir. A parametresi, standardize edilmiş zamanının 0 olduğu zamanki süt verimini ifade etmektedir. Standardize edilmiş zamanın -1 ile +1 arasında değişmesinden dolayı, zamanın 0 olduğu an laktasyonun tam ortasıdır. Dolayısıyla, A parametresi, laktasyonun tam ortasındaki tahmini süt verimini (kg) göstermektedir. b ve c parametreleri, laktasyonun ortasına kadar süt verim eğrisinde meydana gelen iniş ve çıkışı, d ve q parametreleri ise laktasyonun ortasından

Tablo 1. Norduz koyunlarının laktasyon eğrilerini tanımlamakta kullanılan modelleri karşılaştırma istatistikleri

Table 1. Comparison criteria of models used for describing lactation curves of Norduz sheep

Model	KO	R^2	r
MG	0.00±0.003	0.87±0.005	0.24±0.011
DMG	0.00±0.008	0.89±0.001	0.24±0.011
Nelder	-348.25±9.313	0.27±0.078	0.18±0.029
Wood	375.00±4.052	0.01±0.001	0.05±0.005
LWood	0.00±0.007	0.12±0.070	0.53±0.012
CLD	0.00±0.007	0.19±0.070	0.54±0.012
LEG2	0.00±0.003	0.92±0.004	0.60±0.004
LEG3	0.00±0.002	0.94±0.004	0.66±0.004
LEG4	0.00±0.002	0.96±0.003	0.74±0.007

KO: kalıntı ortalaması, R^2 : belirleme katsayısı, r : gözlenen ve tahmin edilen laktasyon eğrisi arasındaki korelasyon katsayısı, MG: Morant and Gnanasakthy model, LGM: doğrusallaştırılmış Morant and Gnanasakthy model, Nelder: Nelder modeli, Wood: Wood modeli, LWood: doğrusallaştırılmış Wood modeli, LEG2: ikinci dereceden legendre polynomial model, LEG3: üçüncü dereceden legendre polynomial model, LEG4: dördüncü dereceden legendre polynomial model

Tablo 2. Dördüncü dereceden legendre polynomial fonksiyona ait model parametreleri ($\pm SH$), LSV ortalamaları ($\pm SH$) (kg), model parametreleri, gerçek ve tahmini laktasyon süt verimleri arasındaki korelasyon katsayıları

Table 2. Model parameters of the fourth degree Legendre polynomial function ($\pm SE$), mean LSV ($\pm SE$), correlation coefficient among model parameters, real and estimated lactation milk yields

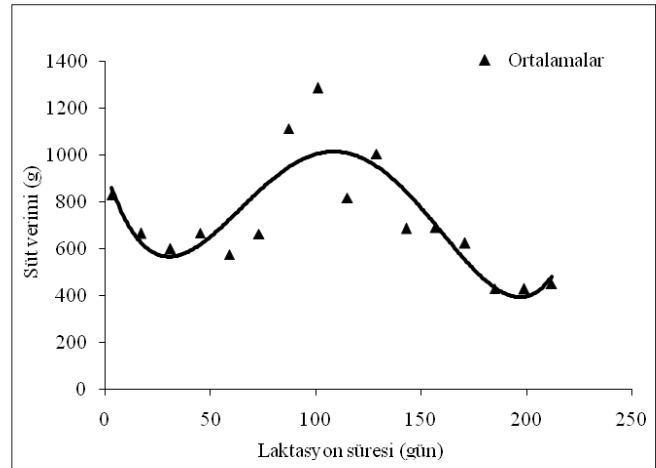
Laktasyon	N	A	b	c	d	q	LSV
1	34	1.02 \pm 0.058 ^a	0.01 \pm 0.064	-0.20 \pm 0.058	0.01 \pm 0.015	0.11 \pm 0.009	116.4 \pm 3.27 ^a
2	70	1.07 \pm 0.041 ^a	-0.12 \pm 0.037	-0.27 \pm 0.041	-0.03 \pm 0.025	0.12 \pm 0.015	126.6 \pm 2.26 ^{ab}
3	67	1.23 \pm 0.076 ^b	-0.02 \pm 0.092	-0.17 \pm 0.075	0.02 \pm 0.040	0.13 \pm 0.014	137.6 \pm 2.26 ^{bc}
3<	18	1.31 \pm 0.085 ^b	-0.12 \pm 0.040	-0.31 \pm 0.030	0.01 \pm 0.031	0.11 \pm 0.018	150.2 \pm 4.31 ^c
Kuzulama Ayı							
Şubat	137	1.08 \pm 0.027 ^a	-0.05 \pm 0.026	-0.26 \pm 0.026	-0.05 \pm 0.015 ^a	0.14 \pm 0.008 ^a	127.4 \pm 1.57 ^a
Mart	45	1.31 \pm 0.111 ^b	-0.06 \pm 0.136	-0.16 \pm 0.111	0.12 \pm 0.056 ^b	0.08 \pm 0.017 ^b	139.6 \pm 3.00 ^b
Nisan	7	1.22 \pm 0.183 ^{ab}	-0.28 \pm 0.061	-0.08 \pm 0.046	0.08 \pm 0.042 ^{ab}	-0.06 \pm 0.053 ^c	145.8 \pm 9.95 ^{ab}
Kuzulama Yaşı							
2	30	1.01 \pm 0.063 ^a	0.01 \pm 0.073	-0.19 \pm 0.065	0.01 \pm 0.033	0.10 \pm 0.019	114.0 \pm 3.41 ^a
3	70	1.08 \pm 0.040 ^{ab}	-0.11 \pm 0.037	-0.27 \pm 0.041	-0.02 \pm 0.025	0.12 \pm 0.015	127.4 \pm 2.29 ^b
4	69	1.22 \pm 0.075 ^b	-0.03 \pm 0.089	-0.18 \pm 0.074	0.01 \pm 0.039	0.13 \pm 0.014	137.2 \pm 2.24 ^c
4<	20	1.28 \pm 0.079 ^b	-0.12 \pm 0.036	-0.31 \pm 0.027	0.02 \pm 0.028	0.11 \pm 0.017	147.0 \pm 4.03 ^c
Doğum Tipi							
Tekiz	170	1.15 \pm 0.037	-0.05 \pm 0.041	-0.22 \pm 0.036	0.01 \pm 0.020	0.12 \pm 0.009	131.2 \pm 1.45
İkiz	19	1.05 \pm 0.090	-0.15 \pm 0.035	-0.34 \pm 0.040	-0.07 \pm 0.029	0.14 \pm 0.025	127.8 \pm 5.04
Genel	189	1.14 \pm 0.034	-0.06 \pm 0.037	-0.23 \pm 0.033	-0.01 \pm 0.018	0.12 \pm 0.008	130.9 \pm 3.24
Korelasyonlar							
A	189		0.66	0.56	0.67	0.35	0.59
B	189			0.89	0.82	0.44	-0.16
C	189				0.88	0.20	-0.28
D	189					0.28	0.00
Q	189						0.00
TLSV	189						0.99

A, B, C, D, Q: dördüncü dereceden legendre polinomial model parametreleri, LSV: 180-güne göre standardize edilmiş laktasyon süt verimi, TLSV: model parametreleri kullanılarak tahmin edilen laktasyon süt verimi

sonraki süt verim eğrisinde meydana gelen iniş ve çıkış ifade etmektedirler (Şekil 1).

Parametreler Arasındaki İlişkiler

Model parametreleri arasındaki korelasyonlar Tablo 2'de verilmiştir. Parametreler arasındaki korelasyonlar oldukça yüksek bulunmuş, en yüksek korelasyon b ve c parametresi arasında ($r=0.89$) olup bunu sırasıyla c-d ve b-d arasındaki korelasyonlar izlemiştir. LSV ve TLSV arasındaki ilişki ($r=0.99$) Tablo 2'de verilmektedir. Fleischmann metodu kullanılarak LSV hesabı doğrusal interpolasyonu esas aldığından, test günleri arasındaki uzaklık arttıkça iki test günü arasında hesaplanan toplam süt miktarı ile gerçek süt miktarı arasındaki farklılık artacak, sonuç olarak hatalı tahminde bulunma ihtimali de yükselecektir. Ancak, bu araştırmada iki test günü arası uzaklık 14 gün gibi kısa aralıklar olduğundan, LSV gerçeğe çok yakın olarak hesaplanabilmiştir.



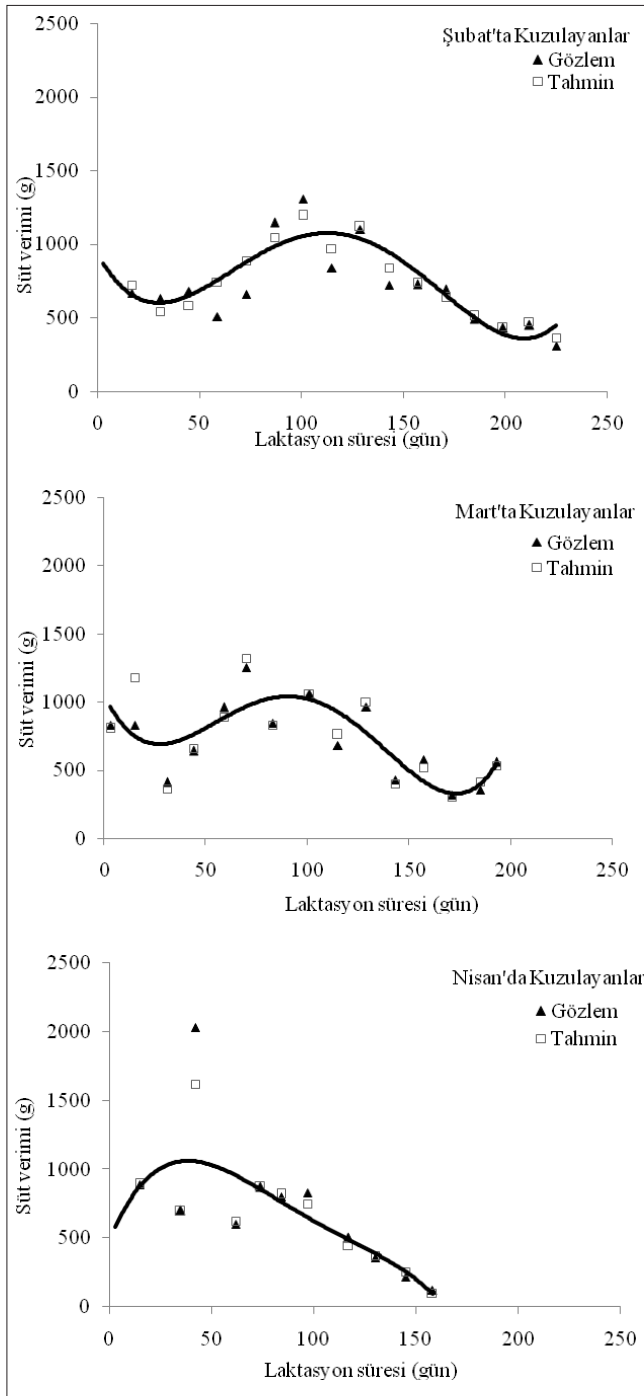
Şekil 1. Norduz koyunlarının laktasyon eğrisi

Fig 1. Lactation curve of Norduz sheep

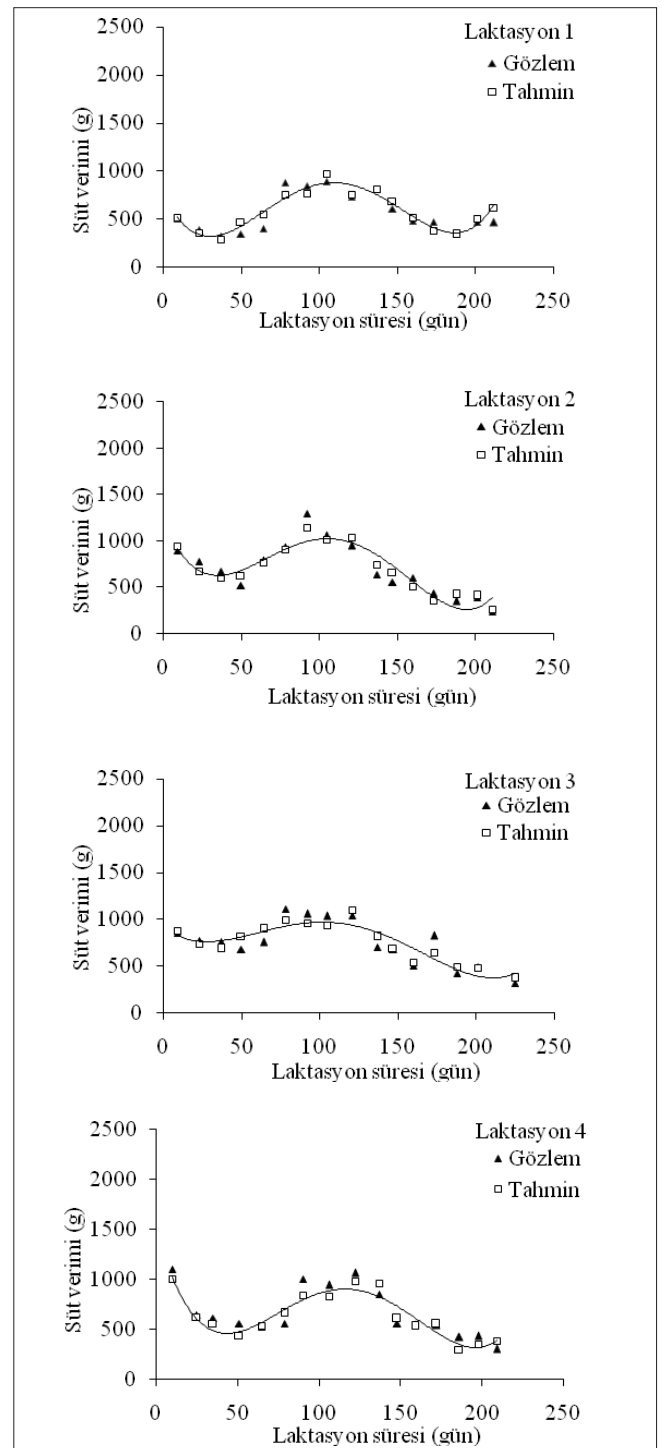
Çevre Faktörlerinin Etkileri

Laktasyon süt verimi (LSV) üzerine etki eden faktörler bakımından ortalamalar ve standart hatalar *Tablo 2*'de verilmektedir. Bu çalışmada göz önünde bulundurulacak faktörlerden hemen hepsi çeşitli derecelerde model parametreleri ve LSV üzerinde önemli etkide bulunmuşlardır. Çevre faktörlerinin etkilerinin hesap edilmesi için kullanılan model LSV'de gözlenen varyasyonun %51.2'sini açıklamıştır. LSV bakımından, ardışık laktasyonlar (1-2, 2-3 ve 3-4) bir-

birinden farklı bulunmazken, bir diğer (1-3 ve 2-4) laktasyonlar arası farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Bu çalışmada kuzulama ile ilk süt kontrol zamanı arasında geçen süre modele dahil edilmemiştir çünkü doğumların başlamasından sonra iki hafta içerisinde süt denetimlerine başlanmış ve her iki haftada (14 gün) bir denetimler tekrar edilmiştir. Kuzulama ayı bakımından, LSV Nisan ayında kuzulayan koyunlar için en yüksek değeri alırken



Şekil 2. Norduz koyunlarının kuzulama ayına göre laktasyon eğrisi
Fig 2. Lactation curve of Norduz sheep by month of lambing



Şekil 3. Norduz koyunlarının laktasyon sırasına göre laktasyon eğrisi
Fig 3. Lactation curve of Norduz sheep by parity

bunu sırasıyla Mart ve Şubat ayında kuzulayanlar takip etmiştir. Mart ayında kuzulayanlar Şubat ayında kuzulayanlardan daha yüksek ($P<0.05$) LSV verimine sahip olurken, Nisan ayında kuzulayanlarla benzer LSV verimine sahip olmuşlardır. Şubat ve Nisan aylarında kuzulayanlar arasında LSV bakımından önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Nisan ayında kuzulayan koyunların LSV bakımından diğer aylarda kuzulayanlardan istatistiksel olarak farklı olmamasının sebebi, Nisan ayında kuzulayanların LSV ortalamasının çok yüksek standart hataya ($LSV=145.8\pm 9.95$) sahip olmasına bağlanmaktadır. LSV bakımından kuzulama yaşı seviyeleri arasında önemli farklılık bulunmuştur ($P<0.05$) (Tablo 2). En yüksek LSV, 5 ve daha yaşlı koyunlarda gözlenirken bunu sırasıyla 4, 3 ve 2 yaşlı koyunlar almıştır. Kuzulama yaşının artışına (2, 3 ve 4 yaş) bağlı olarak LSV'deki artışlar önemli ($P<0.05$) bulunurken, LSV'de 4 yaşından sonraki artış önemli bulunmamıştır. Doğum tipinin LSV'ye herhangi bir etkisi tespit edilmemiştir.

Model parametreleri ile çevre faktörleri arasındaki ilişki Tablo 2'de verilmektedir. A parametresi bakımından, laktasyon 1-2 arasındaki ve laktasyon 3-4 arasındaki farklılıklar, önemli bulunmamış, fakat laktasyonlar 3 ve 4 laktasyonlar 1 ve 2'den yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Bu ise, 3. ve 4. laktasyondaki koyunların daha yüksek pik verimine sahip olduklarını göstermektedir. Kuzulama ayı bakımından, A parametresi Mart ayında kuzulayan koyunlar için en yüksek değeri alırken bunu sırasıyla Nisan ve Şubat ayında kuzulayanlar takip etmiştir. Mart ayında kuzulayanlar Şubat ayında kuzulayanlardan daha yüksek ($P<0.05$) pik verimine sahip olurken, Nisan ayında kuzulayanlarla benzer pik verimine sahip olmuşlardır. A parametresi bakımından, doğum tipi seviyeleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Diğer taraftan, kuzulama yaşı seviyeleri arasında önemli farklılık tespit edilmiştir: 2 ve 3 yaşlar ve 3, 4 ve 5 yaşlar arasındaki farklılık önemli bulunmazken, 2 ve 4-5 yaşlar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Bu ise, 2 yaşından sonra laktasyon pik veriminin giderek artmasına rağmen, bu artış miktarlarının önemli olmadığını göstermektedir.

Laktasyon eğrisine etki eden faktörlerden laktasyon sırası, kuzulama yaşı ve doğum tipinin b , c , d , ve q parametrelerine herhangi bir etkisi tespit edilememiştir. Diğer taraftan, kuzulama ayının laktasyon seyrindeki pik veriminden önceki dalgalanmalara (b ve c parametreleri) herhangi bir etkisi bulunmazken, pik veriminden sonraki dalgalanmalara (d ve q parametreleri) olan etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.05$). d parametresi Mart ayında kuzulayan koyunlar için en yüksek değeri alırken bunu sırasıyla Nisan ve Şubat ayında kuzulayanlar takip etmiştir. Mart ayında kuzulayanlar Şubat ayında kuzulayanlardan daha yüksek ($P<0.05$) d değerine sahip olurken, Nisan ayında kuzulayanlarla benzer değer almıştır. Şubat ve Nisan aylarında kuzulayanlar arasında d parametresi bakımından önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Şekil 1'den de anlaşılacağı gibi, d parametresi pik verimden sonra laktasyon

eğrisindeki aşağı doğru olan salınımın en düşük seviyesine kadar olan kısmını tanımlamaktadır ki, yüksek d değeri azalış oranının hızlı, küçük d değeri ise azalış oranının yavaş olduğu anlamına gelmektedir. Kuzulama ayına göre laktasyon eğrileri Şekil 2'de verilmektedir. Tablo 2 ve Şekil 2 birlikte değerlendirildiğinde pik verimden sonra, Mart ayında kuzulayan koyunların süt verimlerinde Şubat ve Nisan ayında kuzulayanlara göre daha hızlı bir düşüş yaşanmaktadır. q parametresi bakımından kuzulama ayları birbirinden farklı bulunmuştur ($P<0.05$). En yüksek q değerini Şubat'ta kuzulayanlar alırken bunu sırasıyla Mart ve Nisan aylarında kuzulayanlar almıştır. Şekil 2'den de anlaşılacağı gibi, q parametresi pik verimden sonra laktasyon eğrisindeki aşağı doğru olan salınımın en düşük seviyesinden sonraki kısmını tanımlamaktadır ki, pozitif q değeri süt veriminde tekrar bir artış olduğunu, Şubat ve Mart aylarında sırasıyla $q = 0.14$ ve 0.08 , göstermektedir. Nisan ayında kuzulayanlarda ise pik veriminden sonra süt verimindeki azalmayı takiben tekrar bir artma meydana gelmemiştir ki, bunun sebebi bu ayda kuzulayanların q değerinin ($q = -0.06\pm 0.053$) 0'dan farksız olmasına bağlanabilir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Norduz ırkı koyunların laktasyon eğrisi biçimi, bilinen klasik laktasyon eğrisine göre farklılık sergilemektedir. Klasik laktasyon eğrisinde, doğumdan sonra günlük süt veriminde hızlı bir artış, daha sonra laktasyonun sonuna kadar bir azalma gözlenmektedir. Şekil 1'de de görüleceği gibi, Norduz koyunlarına ait laktasyon eğrisi, doğumdan sonra günlük süt veriminde azalma-artma ve bunu tekrar azalma-artma izlemekte olup, sinüzoidal şekilde bir salınım şekline almaktadır. Bu koyunların tipik koyun laktasyon seyrinden farklı bir laktasyon seyrine sahip olmasının sebebinin bölgenin iklim ve topoğrafik yapısına bağlı şekillenen bitki örtüsü, dolayısıyla mera kompozisyonu ve otlak alanlarının otlatılma alışkanlığına bağlamak mümkündür. Dolayısıyla, beş parametrelili legendre polinomial fonksiyon (LEG4) bu şekilde bir seyir izleyen laktasyon eğrisini en iyi tanımlayan model olmuştur. Laktasyon eğrisini tanımlayan bir matematiksel modelin parametreleri arasındaki yüksek korelasyon olması halinde, kullanılan modelin laktasyonu tam olarak tanımlamayacağı bildirilmiş⁴² olmasına rağmen, bu çalışmada dördüncü dereceden Legendre polinomial model karşılaştırma ölçütleri bakımından en iyi performansı göstermiştir (Tablo 1).

Bu çalışmada gözlenen toplam LSV, Norduz koyunlarında daha önceden yapılan iki çalışmadan birinde³⁶ bildirilen LSV miktarı ile benzerlik gösterirken, diğer³⁷ çalışmada bildirilenden daha yüksek bulunmuştur. LSV ve TLSV arasındaki yüksek korelasyon ($r=0.99$) toplam laktasyon süt veriminin hesaplanmasında LEG4 modelinin kullanılmasının uygun olduğunu göstermektedir. Koyunların laktasyon süt denetimleri yapıldıktan sonra, Fleischmann metodu kullanılarak LSV miktarı laktasyon tamamlandıktan

sonra hesaplanmakta ve LSV'yi çok iyi bir şekilde tahmin edilebilmektedir^{21,41}. Ancak, tamamlanmamış laktasyonlar için bu metodun kullanılamayacağını bildiren araştırma da mevcuttur⁴².

LSV üzerine doğum tipinin etkisi önemli bulunmazken, laktasyon sırası (LS), kuzulama ayı (KA) ve kuzulama yaşının (KY) etkileri önemli bulunmuştur ($P < 0.05$), ve bu sonuçlar daha önceden yapılan diğer çalışmalarla^{22,43,44} genel olarak paralellik göstermektedir. Bu sonuçlarla kısmen benzerlik gösteren bir çalışmada³⁷ LSV üzerine yaş ve doğum tipinin etkili olduğu bildirilmiştir. Aynı zamanda ikiz kuzulayan koyunların daha fazla LSV değerine sahip olduklarını bildiren diğer bazı araştırmalar da mevcuttur^{8,9,17,42,45}.

Doğal olarak daha erken zamanda kuzulayan koyunların daha uzun laktasyon süresine, dolayısıyla daha yüksek LSV'ye sahip olacağı beklenmektedir^{42,46}. Aynı zamanda, LSV ile otlakların koyunlar tarafından kullanılmaya başlama zamanı arasında da ilişki olduğu daha önceki araştırmalarda bildirilmiştir^{22,43,47}. Araştırmacılar, bahar mevsiminin mera üzerindeki dolayısıyla koyunlar üzerindeki olumlu etkisinden dolayı, kış aylarında kuzulayan koyunlar ile bahar aylarında kuzulayan koyunların laktasyon sürelerinin farklı olmasına rağmen benzer LSV'ye sahip olduklarını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamıza konu olan Norduz koyunları için de benzer şartlar geçerli olmaktadır ki, Mart ve Nisan aylarında kuzulayan koyunların Şubat ayında kuzulayan koyunlardan daha fazla LSV'ye sahip olduğu gözlenmiştir. Norduz koyunlarının içinde buldukları coğrafik şartlar nedeniyle, meradaki karların erimesi ve meranın otlatılabilmesi ancak bahar mevsiminin ortasına denk düşmektedir. Bunun yanında bölgenin dağlık olması nedeniyle, merada vejetasyonun başlama zamanı rakıma bağlı olarak daha geç olmaktadır. Önce düşük rakımlı merada bir süre otlatılan koyunlar meranın kurumaya başlaması ile birlikte daha yüksek rakımlı meralara götürülerek otlatılmaktadırlar³⁶. Aynı zamanda koyunlara otlatmaya ek olarak herhangi bir yem takviyesi yapılmamaktadır. Böylece, otlatmanın başlamasına yakın zamanda kuzulayan koyunların, kış aylarında kuzulayan koyunlara göre daha fazla LSV'ye sahip olması beklenen bir durum olmaktadır.

Bu bölgedeki coğrafik durum ve otlatma sistemi LSV'yi etkilediği gibi laktasyon seyrini de önemli ölçüde etkilemektedir. *Şekil 1*, *Şekil 2* ve *Şekil 3*'ten de anlaşılacağı gibi, Norduz koyunlarının laktasyon eğrisi tipik laktasyon eğrisinden farklı bir seyir izlemektedir. Bu ırk koyunlarda pik verim laktasyonun ortasında (kuzulamadan sonraki 100-110. günler arası) meydana gelmektedir. Buna göre, Norduz koyunlarının laktasyon eğrisinde iki farklı *persistens*'den bahsedilebilir: birisi pik veriminden önceki, diğeri ise pik veriminden sonraki. Pik veriminden önceki *persistens* ölçütü *b* ve *c* parametrelerinin değerleri, pik veriminden sonraki *persistens* ölçütü ise *d* ve *q* parametrelerinin değerleri olarak alınabilir. Sürünün besleme ve otlatma uygulaması ve aynı zamanda kuzulamaların gerçekleştiği aya da bağlı olarak laktasyon eğrisinin seyri de tipik laktas-

yon eğrisinden daha farklıdır. Bu çalışmada gözlenen şekilde bir laktasyon eğrisi daha önceki bir çalışmada⁴⁸ da bildirilmiştir: Akkaraman ve Hamdanix Akkaraman melezi koyunların laktasyon seyrininin incelendiği çalışmada, günlük süt veriminin kuzulamadan sonraki ilk 30 günde azaldığını daha sonraki 60 günde artış gösterdiğini ve bunu takiben tekrar azalma eğilimine girdiğini bildirilmiştir.

Laktasyon süt verimi ve eğrisi hayvanın türüne, tür içinde ırka da bağlı olarak farklı çevre koşullarından farklı yönde etkilenmektedirler. Buna bağlı olarak, farklı çevre şartlarında yetiştirilen çeşitli tür ve ırklarda laktasyon eğrisini tanımlayan en uygun model de farklı olabilmektedir²⁵. Akkaraman, Kıvrıcık-Akkaraman ve Sakız-Akkaraman melezi koyunlarda yapılan bu çalışmada en iyi modelin Wilmink modeli olduğunu ve bunu Wood ve Dhanoa modellerinin izlediğini bildirilmişlerdir. Morkaramanda, Dave modeli⁴⁹ en uygun model olarak bildirilirken, İvesilerde yapılan farklı iki çalışmadan birinde²⁶ Wood modeli, diğeri²³ ise Wood, Cobby & Le Du, Dhanoa ve Wilmink eşit derecede uygun olduğu bildirilmiştir. Kimi sütçü koyun ırklarında yapılan bir çalışmada¹³ Wood modelinin başarılı olduğu bildirilirken, diğer bir araştırmada⁵⁰ ise Morant, Grossman ve Pollott modellerinin Wood modelinden daha iyi uyum sağladığı bildirilmiştir. Latxa koyun ırkında yapılan bir çalışmada⁴² ise Morant ve Gnanasakthy tarafından önerilen modelin uygun olduğu bildirilmiştir. Bu modellerin çoğu süt sığırlarının laktasyon eğrilerini tanımlamak içinde kullanılmakla birlikte son zamanlarda kullanılmaya başlanan Kübik Splayn¹², Doğrusal Splayn^{12,51} ve Legendre polinomial^{39,52} gibi modeller de önerilmektedir.

Bu çalışmada, dördüncü dereceden Legendre polinomial (LEG4) model, halk elinde yetiştiriciliği yapılan Norduz koyunlarının laktasyon eğrisini tanımlamakta en yaygın olarak kullanılan matematiksel modellerden daha iyi bir performans göstermiştir. LEG4 model tarafından tahmin edilen laktasyon süt verimi (TLVS), Fleischmann metodu kullanılarak hesaplanan laktasyon süt verimi (LSV) ile çok sıkı bir benzerlik ($r=0.99$) göstermektedir. Laktasyon sırası, kuzulama yaşı ve kuzulama ayı laktasyon süt verimi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Aynı zamanda, kuzulama ayı ve laktasyon sırası laktasyon eğrisinin şekli üzerinde de önemli etkiye sahiptir. Van ilinin Norduz bölgesine özgü bu koyun ırkında, coğrafik şartlar da göz önünde bulundurulduğunda, koç katım zamanının kuzulamaların Mart ayında olacak şekilde planlanması laktasyon süt verimi bakımından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- 1. Barillet F, Boichard D:** Use of first lactation test-day data for genetic evaluation of the Lacaune dairy sheep. *5th World Cong on Genet Appl Livest Prod, Guelph, ON, Canada*, 18, 111-114, 1994.
- 2. Montaldo H, Almanza A, Juiirez A:** Genetic group, age and season effects on lactation curve shape in goats. *Small Rum Res*, 24, 195-202, 1997.
- 3. Sakul H, Boylan WJ:** Lactation curves for several US sheep breeds. *Anim Prod*, 54, 229-233, 1992.

- 4. Şahin EH, Korkmaz A:** Koyunlarda süt verim özellikleri ve kontrolü. *Vet Bil Derg*, 20 (1): 5-11, 2004.
- 5. Morant SV, Gnanasakthy A:** A new approach to the mathematical formulation of lactation curves. *Anim Prod*, 49, 151-162, 1989.
- 6. Wood PDP:** Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature (Lond.)*, 216, 164-165, 1967.
- 7. Beever DE, Rook AJ, France J, Dhanoa MS, Gill M:** A review of empirical and mechanistic model of lactational performance by the dairy cow. *Livest Prod Sci*, 29, 115-130, 1991.
- 8. Camacho J, Baaijen M, Perez E:** Comparison of different models for the lactation curve in a tropical country. *45th Annu Mtg Eur Assoc Anim Prod, JAM van Arendonk ed, Wageningen Pers, Wageningen, Netherlands*, p. 250, 1994.
- 9. Cobby JM, Le Du YLP:** On fitting curves to lactation data. *Anim Prod*, 26, 127-133, 1978.
- 10. Keskin İ, Tozluca A:** Süt sığırlarında laktasyon eğrilerinin farklı matematik modellerle belirlenmesi ve kontrol aralığının tespiti. *Süleyman Demirel Üniv Zir Fak Derg*, 18 (34): 11-19, 2004.
- 11. Koncagül S, Yazgan K:** Modelling first lactation of Holstein cows on herds in the southeast region of Turkey. *J Anim Vet Adv*, 7 (7): 830-840, 2008.
- 12. Koncagül S, Yazgan K:** Siyah Alaca süt sığırlarının laktasyon eğrilerinin tanımlanmasında Legendre ve Splayn modellerin klasik laktasyon eğrisi modelleri ile karşılaştırılması. *Hay Üret Derg*, 52 (1): 17-23, 2011.
- 13. McGill K, Fullard P, Celi PC, Thomson E, Hall A, Iqbal PC, Raadsma HW:** Lactation curve characteristics and persistency of lactation in dairy ewes milked once a day: Preliminary Observations. *Australian Society of Animal Production, 26th Biennial Conference, Short Communication, 25-27 July, Wagga Wagga, Australia*, n. 71, 2006.
- 14. Nelder JA:** Inverse polynomials, a useful group of multifactor response functions. *Biometrics*, 22, 128-141, 1966.
- 15. Papajsik IA, Bodero J:** Modelling lactation curves of Friesian cows in a subtropical climate. *Anim Prod*, 47, 201-207, 1988.
- 16. Shanks RD, Berger PJ, Freeman AE, Dickinson FN:** Genetic aspects of lactation curves. *J Dairy Sci*, 64, 1852-1860, 1981.
- 17. Stanton TL, Jones LR, Everett RV, Kachman SD:** Estimating milk, fat and protein lactation curves with a test day model. *J Dairy Sci*, 75, 1691-1700, 1992.
- 18. Wilmlink JBM:** Adjustment of test-day milk, fat and protein yield for age, season and stage of lactation. *Livest Prod Sci*, 16, 335-348, 1987.
- 19. Yazgan K, Koncagül S:** Laktasyon eğrilerinin tanımlanmasında doğrusal ve Kübik Spline ile Legendre Polinomial fonksiyonlarının kullanımı. *VI Zootekni Bilim Kongresi, 24-26 Haziran, Erzurum*, s. 259-265, 2009.
- 20. Fernandez C, Sanchez A, Garces C:** Modeling the lactation curve for test-day milk yield in Murciano-Granadina goats. *Small Rum Res*, 46, 29-41, 2002.
- 21. Gipson TA, Grossman M:** Lactation curves in dairy goats: A review. *Small Rum Res*, 3, 383-396, 1990.
- 22. Carta A, Sanna SR, Casu S:** Estimating lactation curves and seasonal effects for milk, fat and protein in Sarda dairy sheep with a test day model. *Livest Prod Sci*, 44, 37-44, 1995.
- 23. Esenbuğa N, Bilgin ÖC:** İvesi koyunlarının laktasyon eğrisinin tahmini ve tanımlanması için farklı matematiksel modellerin mukayesesi. *IV Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 1-3 Eylül, Isparta*, s. 166-169, 2004.
- 24. Grossman M, Koops WJ:** Multiphasic analysis of lactation curves in dairy cattle. *J Dairy Sci*, 71, 1598-1608, 1988.
- 25. Ünal N, Orman MN, Çolak C, Atasoy F, Mundan D, Aytaç M:** Saf ve melez Akkaraman (Kıvırcıkx Akkaraman F1 ve Sakızx Akkaraman F1) koyunlarda farklı laktasyon eğrisi modellerinin karşılaştırılması. *Lalahan Hay Araş Derg*, 47 (2): 7-13, 2007.
- 26. Yıldız A:** Ceylanpınar Tarım İşletmesinde yetiştirilen İvesi koyunlarının laktasyon eğrisi ve laktasyon eğrisi parametrelerine etkili faktörlerin belirlenmesi. *Doktora Tezi, Fırat Üniv. Sağlık Bil. Enst., Elazığ*, 1997.
- 27. Portolano F, Spatafora F, Bono G, Margiotta S, Todaro M, Ortoleva V, Leto G:** Application of the wood model to lactation curves of Comisana sheep. *Small Rum Res*, 24, 7-13, 1966.
- 28. Torres-Hernandez G, Hohenboken WD:** Biometric properties of lactations in ewes raising single or twin lambs. *Anim Prod*, 30, 431-436, 1980.
- 29. Aboul-Naga AM, El-Shobokshy AS, Marie IF, Moustafa MA:** Milk production from subtropical non-dairy sheep. I. Ewe performance. *J Agric Sci*, 97 (2): 297-301, 1981.
- 30. Carriedo JA, Diez R, San Primitivo F:** Genetic study of some factors influencing the milk production of dairy ewes II. Environmental factors. *In, Proceeding of the Second World Congress, General Application on Livestock Production VIII, Ministo de Agricultura, Madrid, Spain*, pp. 748-752, 1982.
- 31. Gootwine E, Alef B, Gadeesh S:** Under conformational its heritability in the Asf (Awassi X East Friesian) cross of dairy sheep in Israel. *Ann Gene Sel Anim*, 12, 9-13, 1980.
- 32. Lawlor MJ, Louca A, Mavrogenis A:** The effect of three suckling regimes on the lactation performance of Cyprus fattailed Chios and Awassi sheep and the growth rate the lambs. *Anim Prod*, 18, 293-299, 1974.
- 33. Peralta-Lailsona M, Trejo-Gonzalez AA, Pedraza-Villagomez P, Berruecos-Villalobos JM, Vasquez CG:** Factors affecting milk yield and lactation curve fitting in the creole sheep of Chiapas-Mexico. *Small Rum Res*, 58, 265-273, 2005.
- 34. Treacher TT:** Balance entre necesidades y provision de alimentos para la oveja lactante. In *Memorias II Jornadas sobre produccion animal, Zaragoza, Madrid, Espana*, pp. 100-122, 1987.
- 35. Wilson LL, Varela-Alvarez H, Hess CE, Rugh MC:** Influence of energy level, creep feeding and lactation stage on ewe milk and lamb growth characters. *J Anim Sci*, 33 (3): 686-690, 1971.
- 36. Bingöl M:** Norduz koyunlarının döl ve süt verimleri ile büyüme-gelişme ve dışyapı özellikleri. *Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniv Fen Bil Enst, Van*, 1998.
- 37. Yılmaz O, Denk H, Nursoy H:** Milk yield characteristics of Norduz sheep. *Yüzüncü Yıl Üniv Vet Fak Derg*, 15 (1-2): 27-31, 2004.
- 38. Schaeffer LR:** Application of random regression models in animal breeding. *Livest Prod Sci*, 86, 35-45, 2004.
- 39. Silvestre AM, Petim-Batista F, Colaço J:** 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, 2006.
- 40. SAS:** SAS/STAT. SAS Inst Inc, Cary, NC, USA, 2000.
- 41. Barillet F, Astruc JM, de Brauwier P, Casu PS, Fabbri G, Feddersen E, Frangos K, Gabina D, Gama LT, Ruiz TJL, Sanna SR:** Int. Committee for animal recording guidelines: International Regulations for Milk Recording in Sheep. pp. 15, Ins, de Elevage, Paris, France, 1992.
- 42. Ruiz R, Oregui LM, Herrero M:** Comparison of models for describing the lactation curve of Latxa sheep and an analysis of factors affecting milk yield. *J Dairy Sci*, 83 (11): 2709-2719, 2000.
- 43. Gabina D, Arrese F, Arranz J, de Heredia IB:** Average milk yields and environmental effects on Latxa sheep. *J Dairy Sci*, 76, 1191-1198, 1993.
- 44. Maria G, Gabina D:** Non-genetic effects on milk production of Latxa ewes. *Small Rum Res*, 12, 61-67, 1993.
- 45. Aguilar JA, Aparicio JJ, Fernandez-Rivera S, Tovar I:** Lactation curves and milk yield of Corriedale, Rambouillet and Suffolk ewes. *J Dairy Sci*, 72 (Suppl 1): 426-427 (Abstr.), 1989.
- 46. Maria G, Gabina D:** Simplification of milk recording scheme in Latxa milking sheep. *Livest Prod Sci*, 31, 313-320, 1992.
- 47. Barillet F:** Amelioration genetique de la composition du lait de brebis: Exemple de la race Lacaune. *PhD Diss., Inst Natl Rech Agron, Paris-Grignon, France*, 1985.
- 48. Tufan A:** Koyunlarda süt veriminin laktasyon boyunca değişimi ve farklı yöntemlere göre tahmin edilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniv Tarım Bil Derg*, 11 (2): 1-7, 2001.
- 49. Demirsoy S:** Morkaraman Koyunların Laktasyon Eğrisinin Belirlenmesi İçin Uygun Modelin Tahmini. *Doktora Tezi, Ankara Üniv. Sağlık Bil. Enst., Ankara*, 1998.
- 50. Pollott GE, Gootwine E:** Appropriate mathematical models for describing the complete lactation of dairy sheep. *Anim Sci*, 71, 197-207, 2000.
- 51. Silvestre AM, Petim-Batista F, Colaço J:** Genetic parameter estimates of Portuguese dairy cows for milk, fat, and protein using a spline test-day model. *J Dairy Sci*, 88, 1225-1230, 2005.
- 52. Takma Ç, Akbaş Y:** Variance components and genetic parameter estimates using random Regression models on test day milk yields of Holstein Friesians. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 15 (4): 547-551, 2009.