

PAPER DETAILS

TITLE: Süt Sigirilarında Damizlik Degerinin Hesaplanmasında Farklı Yöntemlerden Yararlanma
Olanakları ve Çesitli Parametrelerin Tahmini¹

AUTHORS: A Özyurt² N AKMAN³

PAGES: 273-282

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/178457>

Süt Sığırlarında Damızlık Değerinin Hesaplanmasında Farklı Yöntemlerden Yararlanma Olanakları ve Çeşitli Parametrelerin Tahmini¹

A. Özyurt²

N. Akman³

²Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Van

³Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Ankara

Bu çalışmada, TİGEM Polatlı Tarım İşletmesi'nde yetiştirilen Siyah- Alaca sürüsünde, 1985-1994 yılları arasında kullanılan 26 boğanın 1034 kızına ait toplam 2237 adet laktasyon kaydı değerlendirmeye alınmıştır. İlk laktasyon ve bu laktasyonun 120 günlük kısmı verimlerine dayalı analizlerde ise, yine 26 boğa ve bunların 854 kızına ait kayıtlar kullanılmıştır. Çalışmada; Çağdaşlarıyla Karşılaştırma (ÇK), Sürü Arkadaşlarıyla Karşılaştırma (SAK), Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) ve Multiple Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood (MTDFREML) yöntemleri ile bunların modifiye halleri dahil boğalar için 11; kızlar için ise Gerçek Verim Yeteneği (GVY) ile birlikte 12 ayrı damızlık değeri (DD) tahmini yapılmıştır. Populasyona ilişkin genetik parametrelerden 1. laktasyon ve bu laktasyona ait kısmi laktasyon verimi ile, 1-5. sırada yer alan laktasyonların verim ve sürelerine ait kalıtım derecesi ve 305 günlük süt verimine ait tekrarlanma derecesi sırası ile 0.206 ± 0.097 , 0.249 ± 0.101 , 0.133 ± 0.045 , 0.057 ± 0.039 ve 0.337 ± 0.025 olarak tahmin edilmiştir. Belirtilen yöntemleri kullanarak tahmin edilen DD'leri arasındaki korelasyonlar ile, DD'leri bakımından bireylerin sıralama değerleri arası korelasyonları (Rank Correlation), çoğunlukla yüksek ve anlamlı bulunmuştur ($P < 0.01$). DD tahminlerinde, gelişmiş bilgisayar programlarına ihtiyaç duyan yeni yöntemlerin yanında, klasik yöntemlerin de tahmin isabetinin yüksek olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: damızlık değeri, sürü arkadaşlarıyla karşılaştırma, çağdaşların karşılaştırılması, en İyi doğrusal yansız tahmin, en büyük olasılırlık.

Use of Different Methods for Estimation of Breeding Values and Estimation of Phenotypic and Genetic Parameters in Dairy Cattle

In this study, a total of 2237 lactation records were used from 1034 female offspring of 26 bulls sired in Holstein Friesian dairy herd raising Polatlı State Farm between 1985-1994. The records from 854 female offsprings of 26 bulls were used for the analysis of the first lactation and that of milk yield concerning 120 days. The breeding values (11 BV for bull, 12 BV for cow) were estimated by using different methods (Contemporary Comparison-CC, Herdmate Comparison-HC, Best Linear Unbiased Prediction-BLUP, Multiple Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood- MTDFREML and Most Probable Producing Ability - MPPA). The heritability of first, partial and repeated lactation milk yield, the duration of lactation and the repeatability of milk yield were estimated respectively as 0.206 ± 0.097 , 0.249 ± 0.101 , 0.133 ± 0.045 , 0.057 ± 0.039 and 0.337 ± 0.025 . All correlations were found high and statistically significant ($P < 0.01$). It is revealed that, not only new methods which need developed computer program but also classical methods are effective for the prediction of the breeding value.

Keywords: breeding value, herdmate comparison, contemporary comparison, best linear unbiased prediction, maximum likelihood.

¹ Alaaddin Özyurt'un doktora tezinden yararlanılmıştır.

Giriş

Hayvancılık işletmelerinin amacı; birim hayvan başına verim ya da verimleri yükselterek hem üretimi artırmak, hem de işletmenin daha fazla kar elde etmesini sağlamak olmalıdır. Hayvan başına verimin artırılması için yapılan çalışmalar iki grupta toplanabilir: Bunlardan biri, çevre faktörlerinin verime olumlu etkide bulunacak şekilde düzenlenmesi, diğeri ise genotipik seviyenin iyileştirilmesidir. Çevrenin iyileştirilmesinin etkisi kısa zamanda ortaya çıkarken, genotipin iyileştirilmesi daha uzun süre alır. Ancak, oluşturulan olumlu çevrenin etkisi ile verimde sağlanan artış, hayvanın genotipi tarafından sınırlandırılmaktadır. Çevre koşullarının iyileştirilmesine paralel olarak yürütülmesi gereken genotipik ıslah, yüksek genotipik değerli olduğu belirlenen bireylerin ebeveyn olarak ayrılması ve bunların gelecek generasyona katkıda bulunmalarının sağlanmasıyla gerçekleştirilir. Bu süreci seleksiyon olarak adlandırmak da mümkündür. Kısaca genotipik ıslah, ancak seleksiyonla sağlanabilir. Seleksiyonda birim zamanda sağlanan genetik ilerleme; populasyondaki genetik varyans, uygulanan seleksiyon intensitesi, generasyonlar arası süre ve seleksiyonda isabet derecesi tarafından belirlenir. Genetik varyansın artırılması ve generasyonlar arası sürenin kısaltılması bakımından ıslahçının etkisi göreceli olarak sınırlı olmaktadır. Çünkü bu unsurlara müdahale, bir yandan populasyon ya da bireyin biyolojisi ile ilgili iken, diğeri yandan da zaman alıcı ve masraflıdır. Bu nedenle ıslahçılar seleksiyonda “isabetin” (h) artırılmasını hedefleyen genetik değerlendirme uygulamalarına yoğun ilgi göstermişlerdir. Bu ilgede söz konusu değişkenin, ıslahın temel değişkeni olması ve görece kolay kontrol edilebilmesinin de rolü vardır. Seleksiyonda sağlanacak ilerlemenin temel unsurlarından biri olan seleksiyon üstünlüğünün alacağı değer, erkek ve dişi taraflardan sağlanan üstünlüklerin ortalamasıdır. Birçok türde olduğu gibi, sığır yetiştiriciliğinde de erkekler tarafından sağlanan seleksiyon üstünlüğü, dişiler tarafından sağlanana göre oldukça yüksektir. Bu, hem sürü mevcudunun korunması veya artırılması için gerekli olan erkek sayısının daha az olmasından, hem de bir erkeğin çok sayıda

dişiyi gebe bırakabilmesinden kaynaklanır. Bu durum, her generasyonda hemen hemen eşit sayıda olan erkek ve dişi döl gruplarından farklı oranlarda damızlık seçilmesi anlamına gelir. Bu nedenle ıslahçılar, populasyonda genetik ilerlemenin büyük bir kısmını erkekler tarafından sağlamayı amaçlarlar ve bir ölçüde de buna mecburdurlar. Bu zorunluluk ıslahçıları, erkekleri büyük bir isabetle seçme yönünde çaba harcamaya sevk etmektedir. Boğa ve ineklerin damızlık değerlerinin (DD) doğru, ya da doğruya yakın tahmini, süt sığırları ıslah programlarının bilimsel temelini oluşturur. Bu nedenle, özellikle sütçü ırktan boğaların DD'lerinin belirlenmesinde, zaman içinde çeşitli tahmin yöntemleri üzerinde çalışılmış ve yetiştiricilik açısından son derece başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu başarıya; verime etkili unsurların doğru değerlendirilebilmesinin yanında, istatistik, matematik ve bilgisayar alanında meydana gelen gelişmelerin de önemli katkısı olmuştur. Bu anlamda, teorik yönü yıllar önce belirlenen bazı yöntemler günümüzde pratiğe aktarılabilir hale gelmiş ve bu sayede hayvan ıslahı çalışmalarında önemli gelişmeler sağlanabilmiştir. DD'nin tahmininde; özelliğin kalıtım derecesine, her iki cinsiyette görülüp görülmemesine, yararlanılabilecek bilgi kaynaklarına ve teknik imkanlara bağlı olarak bir çok yöntem kullanılmaktadır. Konunun tarihsel gelişimi irdelendiğinde, önceleri doğal olarak, hayvanın doğrudan doğruya kendi veriminin kullanıldığı görülmektedir. Damızlıkların ebeveyn verimlerine göre seçimi, izlenen yollardan bir diğeri olmuştur. Bu yöntemler 1960'lı yıllara doğru uygulamadan kalkmış, Sürü Arkadaşlarıyla Karşılaştırma (SAK) yöntemi geliştirilmiştir. Burada her ineğin verimi, aynı sürüde aynı yılda buzağılanmış, ancak babaları farklı olan ineklere ait düzeltilmiş verimlerin ortalaması ile karşılaştırılmaktadır. Sürü arkadaşı kavramının yaş, laktasyon sırası gibi bir takım farklılıkları dikkate almaması, çağdaşların karşılaştırılması (ÇK) yöntemini gündeme getirmiştir. Bu yöntemin prensipleri SAK yöntemiyle benzerdir. Yalnız burada, sadece ilk laktasyon verimi kullanılmakta, bireylerin ilk laktasyon verimleri, yine çağdaşlarının ilk laktasyon verimiyle karşılaştırılmaktadır. Hayvancılık çalışmalarında verimler, çoğunlukla düşük

şartlarda ve değişik faktörlerin etkisi altında elde edilmektedir. Bu durumda değişik faktörlerin etkisinin ya giderilmesi, ya da benzer faktörler altında ortaya çıkan bilgilerin kullanılması yoluna gidilebilir. Bu iki yolun da kendine has bazı sakıncaları vardır. İlkinde düzeltme işleminin beraberinde getirdiği hatalar söz konusu iken, ikincisinde sürüde bu şartı sağlayan hayvanların sayısının azlığı nedeniyle, sürüye ait bilgilerin çoğu kullanılamamaktadır. Ayrıca sözü edilen klasik yöntemlerde DD tahmin edilirken, isabeti etkileyen önemli bir öge durumundaki 'bireyler arası kovaryans' da dikkate alınmamaktadır. Bu ve benzeri problemleri aşmak amacıyla, tahmin hataları varyansını minimum düzeyde tutan, diğer bir anlatımla, tahmin ile gerçek değer arasındaki korelasyonu en yüksek seviyeye çıkaran ve söz konusu özelliği etkileyen faktörlerin tamamını, daha ayrıntılı olarak doğrusal bir model içerisinde bir arada, eş zamanda değerlendiren yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden Henderson tarafından 1949-1975 yılları arasında geliştirilen ve Türkçe'ye "En İyi Doğrusal Yansız Tahmin" (EDYT) olarak aktarılan Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) yöntemi, en fazla rağbet edilenlerden birisi olmuştur. BLUP yöntemi, bilim kamuoyuna tanıtıldığı 1973 yılından itibaren genel bir kabul görmüş, aynı yıllarda ABD'de, 1980'li yıllardan sonra da, Batı Avrupa ülkelerinin hemen hepsinde uygulamaya konulmuştur. Türkiye'de de bu yönteme duyulan ilgi gün geçtikçe artmakta ve bu alanda az da olsa çalışmalar yapılmaktadır (Cebeci,

1990; Cebeci ve Özkütük, 1990; Kızılkaya, 1993; Akbaş, 1994).

Materyal ve Yöntem

Araştırmanın materyalini TİGEM'e bağlı Polatlı Tarım İşletmesi'nde yetiştirilen Siyah-Alaca ineklerin 1985-1994 yılları arasındaki süt verim kontrol kayıtları ile, boğa ve ineklere ait pedigrî bilgileri oluşturmuştur. Çalışmada; 180 günden az sağıldığı halde kuruya ayrılma nedeni bilinmeyenlerle, kendi performansına bağlı olarak 180 günden daha az laktasyon süresine sahip bireylere ait verilere ek olarak, tamamlanmamış laktasyon kategorisinde yer alan, ancak kaydedilen laktasyon süresi 90 günden az olan kayıtlar da, değerlendirme dışı bırakılmıştır. Boğa başına kız sayısının en az 10 olması, değerlendirmede bir ölçüt olarak dikkate alınmıştır. Süt kontrol kayıtlarından yararlanarak laktasyon süresi ve laktasyon süt verimi, bu alanda yaygın olarak kullanılan ve çoğu kez Hollanda Yöntemi olarak bilinen yöntem yardımı ile hesaplanmıştır. 305 Günlük süt veriminin hesaplanmasında; 305 günden kısa süren laktasyonlar söz konusu olduğunda, önce, laktasyon kayıtları ineğin kuruya ayrılış nedeni dikkate alınarak, "Tamamlanmış Laktasyon" ve "Tamamlanmamış Laktasyon" şeklinde iki gruba ayrılmıştır. Laktasyon süresinin 305 günden az olmasının nedeni, damızlık yahut kasaplık olarak satılma, ölüm ve mecburi kesim gibi genellikle genotiple ilgili olmayan sebeplere bağlı olduğunda, bu laktasyon "Tamamlanmamış Laktasyon" olarak kabul edilmiş ve 305 günlük süt verimi, Eker ve ark. (1982) tarafından hesaplanan düzeltme faktörleri kullanılarak tahmin edilmiştir.

Çizelge 1. Yıllara ve laktasyon sıralarına göre laktasyon sayılarının dağılımları
Table 1. The distribution of lactation numbers by calving year and parity

YIL	1.LAKT.	2.LAKT.	3.LAKT.	4.LAKT.	5.LAKT.	TOPLAM
1985	99	72	35	12	1	219
1986	98	84	63	37	6	288
1987	129	58	50	37	27	301
1988	110	63	33	24	21	251
1989	74	85	34	21	19	233
1990	73	57	60	24	13	227
1991	111	47	37	40	15	250
1992	72	90	34	23	17	236
1993	88	43	62	22	17	232
TOPLAM	854	599	408	240	136	2237

Mastitis, ketosis ve bireyin eğilimli olduğu diğer hastalıklar gibi, kısmen de olsa genotip ile ilgili nedenler, ya da herhangi bir nedene bağlanmaksızın kendiliğinden, kendi performansına bağlı olarak, 305 günden kısa süren laktasyonlar "Tamamlanmış Laktasyon" olarak kabul edilmiş ve bunlarla ilgili herhangi bir düzeltme işlemi uygulanmamıştır (Akman ve Eliçin, 1984).

Sürü Arkadaşlarıyla Karşılaştırma Yöntemi (SAK): Laktasyon sırası ve doğurma mevsimi ne olursa olsun, aynı sürü içerisinde, aynı yılda buzağılanmış inekler, sürü arkadaşları (SA) olarak isimlendirilir. SAK yöntemiyle DD hesaplama, kabaca, bir ineğin verim ya da verimlerinin sürü arkadaşlarının ortalamasından farkını değerlendirmeye dayandırılmıştır. Bu çalışmada 305 günlük süt verimi, buzağılama mevsiminin ve laktasyon sırasının 1. haline standardize edilerek kullanılmış ve değerlendirmelerin yıl içi yapılması uygun bulunmuştur. Bu değerlendirmedeki temel kabuller; bireylerin ebeveynlerinin popülasyonu temsil ettikleri, bir başka ifade ile popülasyonun genetik değerinin rastgele örnekleri olduğu ve her yaş grubunun aynı ayıklama entansitesine tabi tutulduğudur.

Bir ineğin DD aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır:

$$DD_i = h^2_n \frac{\sum_{j=1}^n (P_{ij} - \bar{P}_j)}{n} \quad (1)$$

Burada; h^2_n : değişik dönem verimlerinin ortalamasına ait kalıtım derecesidir ve $h^2_n = n \cdot h^2 / [1 + (n-1)r]$ eşitliği ile tahmin edilmiştir. Eşitliklerde; $DD_i = i$. ineğin damızlık değeri, $p_{ij} = i$. ineğin j. yılda elde edilmiş ve doğum mevsimi ile laktasyon sırasına göre düzeltilmiş 305 günlük süt verimi, $\bar{P}_j = i$. ineğin j. yıldaki sürü arkadaşlarının doğum mevsimi ve laktasyon sırasına göre düzeltilmiş 305 günlük süt verimi ortalaması, n: İneğin değerlendirmeye dahil olan verim dönemlerinin (laktasyonlarının) sayısını, h^2 = süt veriminin kalıtım derecesini ve r = süt veriminin tekrarlanma derecesini belirtmektedir. SAK yöntemine göre boğaların damızlık değeri, her boğanın kızlarının DD'lerinin ortalamasının iki katı alınarak hesaplanabilir. Ancak

değerlendirmeye alınan boğaların kızlarının sayıları farklıdır. Bu farklılıktan kaynaklanacak hatayı en aza indirmek için boğaların DD hesaplanırken, kızlarının sayısına (n_d) bağlı bir tartı faktörü (b), elde edilmiş ve boğanın DD, SAK1'e göre eşitlik (2) yardımı ile hesaplanmıştır.

$$DD_b = b_{G\bar{p}} \left(\sum_{i=1}^n DD_{b_i} \right) / n_d \quad (2)$$

Burada; $DD_{b_i} = b$. boğanın i. kızının damızlık değeri, n_d = Boğanın kızlarının sayısı, $b_{G\bar{p}}$ = Boğanın damızlık değerinin; kızlarının damızlık değerleri ortalamasına regresyonudur ve $b_{G\bar{p}} = \frac{2n_d h^2}{4 + (n_d - 1)h^2}$ eşitliğinden hesaplanır.

Bu eşitlik; $b_{G\bar{p}} = 2n/(n + \lambda)$ şeklinde kısaltılabilir ($\lambda = (4 - h^2)/h^2$). Sürü Arkadaşlarıyla Karşılaştırma 2 (SAK2) yönteminde, DD tahmininde kullanılan eşitlik ve yöntemle ilişkin temel ilkeler, yukarıda açıklandığı gibidir. Tek farkı, ineğin söz konusu yılda elde edilen veriminin, aynı sürü ve aynı yılda laktasyonu bulunan tüm ineklerin ortalamasından sapması yerine, babaları farklı olan SA'na ait ortalamadan sapmasının dikkate alınmasıdır.

Çağdaşlarıyla Karşılaştırılma Yöntemi (ÇK): Bu yöntemin esası; ineğin birinci laktasyon süt verimini aynı sürüde, aynı yılda birinci laktasyon verimi olan diğer ineklerin ortalaması ile karşılaştırmaktır. Aynı yılda, aynı laktasyon sırasında bulunan bireyler, birbirlerinin çağdaşı olarak kabul edilmektedir. Söz konusu yöntemin aralarında çok önemli farklar olmayan 3 ayrı uygulaması yapılmış ve bu uygulamalar da ÇK1, ÇK2 ve ÇK3 olarak simgelenmiştir. ÇK1' de aynı sürüye ait ineklerin ilk laktasyon verimleri, yıl içi karşılaştırıldığından, değerlendirmede sürü, yıl ve laktasyon sırası etkileri söz konusu olmamıştır. Boğaların damızlık değerleri; kızlarının laktasyon süt veriminin ortalamasının, çağdaşların ortalamasından sapmaları, kız sayısı ile tartılarak tahmin edilmiştir. Bir boğanın kızlarının ortalama sapması, 3 nolu eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\bar{p}_i = \frac{\sum_{k=1}^k \sum_{j=1}^n (p_{ijk} - \bar{p}_k)}{n} \quad (3)$$

Bu değerden boğaların DD'nin hesaplanmasında ise, $DD_i = \bar{p}_i \cdot b_{G\bar{p}}$ eşitliği kullanılmıştır. Bu eşitliklerde; $p_{ijk} = i$. boğanın j. kızının k. yıldaki verimini, $\bar{p}_k = k$. yılda çağdaşların ortalamasını, $\bar{p}_i = i$. boğanın kızlarına ait ortalamasının çağdaşların ortalamasından sapmasını, $DD_i = i$. boğanın damızlık değerini, $n = i$. boğanın kızlarının sayısını ve $k =$ bir boğaya ait kızların çağdaşlarının verimlerinin olduğu yıl sayısını ifade etmektedir.

Sığır populasyonlarında döl generasyonu içinde, erkek damızlıklar dişilere göre daha fazla dölle temsil edilmektedir. Bu nedenle bir bireye ait sapma hesaplanırken kullanılan ortalama, bireyin baba bir üvey kardeşleri de yer alabilmektedir. Çağdaşların karşılaştırılması 2 (ÇK2) olarak adlandırılan ikinci uygulamada, aynı boğanın diğer dölllerinin, genel ortalamayı bireyin değerine yaklaştırma ihtimalini azaltmak için, ortalamasının oluşmasında o boğaya ait diğer döllere yer verilmemiştir. Bir başka ifade ile bir bireye ait sapma, baba bir üvey kardeşleri dışında kalan çağdaşlarının ortalaması kullanılarak hesaplanmıştır. Populasyon yahut sürü içerisinde, aynı yılda, aynı laktasyon sırasında olan bireylerin sayısı doğal olarak farklı laktasyon sırasında bulunan sürü arkadaşlarına oranla daha azdır. Bu durum, özellikle küçük populasyonlarda ÇK yönteminin kullanılmasını kısıtlayan önemli kusurlarından birisidir. Çünkü, sapmanın hesaplanmasına esas olacak ortalama ne kadar az bireyden elde edilmişse, bunun genotipik değeri ifade gücü o kadar düşmektedir. Çağdaşların karşılaştırılması 3 (ÇK3) uygulamasında, açıklanan eksikliği gidermek veya bunun ne ölçüde bir eksiklik olduğunu ortaya koyabilmek için, bireyin 1. laktasyon veriminin; aynı sürü ve yılda buzağılanmış, ancak farklı laktasyon sırasında bulunan SA'nın 1. laktasyona standardize edilmiş verim ortalamasından sapması alınarak yürütülmüştür. Burada, sapmaların hesaplanması dışındaki işlemler, ÇK1'de anlatılan şekilde yapılmıştır.

Gerçek Verim Yeteneği (GVY): Bir hayvanın üzerinde durulan verim bakımından performansı için, sürü ortalamasından sapma oldukça iyi bir kriterdir. İneğin verimine mikro çevre faktörleri bazı yıl iyi, bazı yıl da kötü yönde etkili olarak bunların birbirlerine

benzemelerine engel olur. Buna karşılık hayvanların çeşitli dönem verimlerini aynı yönde etkileyen genotip ve sabit çevre, bunların birbirine benzemesinin temel nedenleridir (Akman ve Eliçin, 1984). Sonuçta bireylerin çeşitli dönem verimleri az, ya da çok birbirine benzer. Bu benzerliği de kullanarak, bireyin hayatı boyunca verebileceği verim (potansiyel verim), tahmin edilmeye çalışılır. Bu tahminde, o ana kadar gerçekleştirilmiş verimler değerlendirmeye alınır. Bu düşünce tarzıyla hareket edilerek bulunan değer, GVG olarak adlandırılır (Düzgüneş ve ark., 1991). Sürü arkadaşlarıyla veya çağdaşlarıyla karşılaştırmada bireyin gösterdiği sapmaların h^2 kadarı dikkate alınmaktadır. Oysa GVG'nin hesaplanmasında h^2 'nin yanında, ineğin değişik dönemlerindeki verimlerinin benzer olma eğiliminin bir ölçüsü olan tekrarlanma derecesi de hesaba katılmaktadır. GVG'nin tahmininde (4) no'lu eşitlik kullanılmıştır:

$$GVG = \frac{\sum \bar{p}_j}{n} + b \frac{\sum (p_{ij} - \bar{p}_j)}{n} \quad (4)$$

Bu eşitlikte; $p_{ij} = i$. ineğin j. yıldaki verimi, $\bar{p}_j = i$. ineğin veriminin bulunduğu j. yılda sürü ortalaması, $n = i$. ineğin değerlendirmeye alınan verim sayısı ve $b = GVG$ 'nin ineğin verimlerinin ortalamasına göre regresyon katsayısıdır ve aşağıda belirtildiği gibi, $b = n \cdot r / 1 + (n-1) \cdot r = n / (n + \lambda_1)$ eşitliği ile hesaplanmaktadır. Burada $\lambda_1 = (1-r) / r$ olarak yazılabilir.

Best Linear Unbiased Prediction (BLUP): BLUP yöntemi kullanılarak D.D. tahmininde 3 modifikasyona yer verilmiştir. Analizlerde Harvey (1987)'in LSMLMW programından yararlanılmıştır. Akıbalığı dahil etmeden sadece ilk laktasyon veriminin kullanıldığı çalışmada (BLUP1), 854 bireye ait ilk laktasyon verimi (305GSV) değerlendirmeye alınmıştır. Değerlendirmeye esas oluşturan model ve unsurları aşağıda gösterildiği gibidir:

$$y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + e_{ijkl} \quad (5)$$

Burada; $y_{ijkl} = i$. yıl, j. mevsimde buzağılayan k. boğanın l. kızına ait 305 GSV, $a_i = i$. buzağılama yılının etkisi, $b_j = j$. buzağılama mevsiminin etkisi, $c_k = k$. boğanın etki miktarı ve $e_{ijkl} =$ hatadır. Modelde yer alan şansa bağlı etkiler ile, sabit etkiler arasında etkileşim olmadığı varsayılmıştır.

Akrabalığın dahil edilmediği, tekrarlanmış verimlerin kullanıldığı BLUP2 çalışmasında ise, toplam 1034 bireye ait 2237 adet laktasyon süt verimi (305 GSV) değerlendirmeye alındığından, kullanılan modelde, (BLUP1)' den farklı olarak; laktasyon sırasının etkisine de (d_i) yer verilmiştir: Model:

$$Y_{ijklm} = \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + e_{ijklm} \quad (6)$$

şeklindedir. Akrabalığın dikkate alınmadığı ve kısmi verimlerin kullanıldığı bir diğer çalışmada (BLUP3), 854 ineğin birinci laktasyonuna ait ilk 4 süt kontrol verimi değerlendirmeye alınmıştır. Süt kontrol verimleri ayda bir tespit edildiğinden, söz konusu 4 kontrol veriminin ortalaması, 120 gün boyunca ortalama günlük süt verimi olarak kabul edilmiştir. Burada kabul edilen model ve izlenen yol, verimin 120 GSV olması dışında, BLUP1 için kullanılan modelin ve izlenen yolun aynıdır.

Multiple Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood (MTDFREML): Bu yöntemde, araştırmaya konu edilen özellikler için yapılan DD tahminlerinde izlenen yol ve kullanılan model BLUP çözümündekine benzerdir. MTDFREML çözümünde sürüyü oluşturan tüm bireylerin (boğalar ve kızların) DD'leri, diğer yöntemlerden farklı olarak, bir arada, eş zamanlı tahmin edilmektedir. Burada yapılan analizlerde, bireyler arası akrabalık ilişkileri de dikkate alındığından, bir akrabalık matrisinin "Multiple Trait Derivative Free Numarator Relationship Matrix" (MTDFNRM) oluşturulması gerekmektedir. Bunun için, ilk planda tüm bireylerin arasındaki akrabalık ilişkilerini içeren bir pedigree dosyası hazırlanmıştır. Bu dosyada; kısaca boğa ve kızların doğum tarihlerine göre sıralandığı bir sütuna ek olarak bireyin ebeveynlerinin yer aldığı 2 ayrı sütun daha bulunmaktadır. Analizlerin sürdürülebilmesi için ihtiyaç duyulan ikinci dosya ise, birinci dosyanın ilk sütunu ile, bu sütundaki bireylere ait verim değerlerini kapsamaktadır. 854 Adet ilk laktasyon kaydının kullanıldığı MTDFREML1 çözümü ile ,1-5. laktasyon sırasında olan 2237 adet tekrarlanmış verime göre yapılan MTDFREML2 ve yine 854 adet 120 günlük kısmi laktasyon veriminin değerlendirildiği MTDFREML3 çözümünde kabul edilen model ve izlenen yol; bireyler arası genetik ilişkinin değerlendirmeye katılması ve programda

kalıtım derecesinin damızlık değeri ile eş zamanlı hesaplanmış olması dışında, BLUP1, BLUP2 ve BLUP3'deki ile benzerdir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada, klasik ve modern yöntemler olarak adlandırılan SAK, ÇK, BLUP ve MTDFREML yöntemleri ve bunlara ait, modifiye haller dahil boğalar için 11 ayrı DD tahmini yapılmıştır (Çizelge 2., Çizelge 3). Farklı yöntemlerle hesaplanan DD'leri ve bunların sıralamaları arasındaki korelasyonlar genellikle büyüktür (P<0.01) (Çizelge 4). Doğal olarak, İlişkinin derecesi benzer veriler kullanıldığında daha yüksek olmaktadır. İlk laktasyona ait aynı verilerin kullanıldığı ÇK1, ÇK2 ve BLUP1 ile, tekrarlanan laktasyon verimlerinin değerlendirildiği SAK1, SAK2 ve BLUP2 yöntemleriyle elde edilen DD'leri ve bunlara ait sıralama değerleri arası korelasyonların hepsinin 0.90' dan büyük olması anlamlıdır (P<0.01). ÇK3 ve BLUP3'de kullanılan değerlerin kısmi laktasyon verimleri olmasına rağmen bu yöntemlerle; birinci laktasyon verimine dayalı olarak boğa DD'lerinin saptandığı ÇK1, ÇK2 ve BLUP1'e göre hesaplanan boğa değerleri arasındaki korelasyonlar 0.70'in üzerinde bulunmuştur (P<0.01). Açıklanan korelasyonların bu derece yüksek çıkmasında, söz konusu yöntemlerde akrabalık ilişkisine yer verilmemesi ve hesaplamaların aynı kalıtım derecesiyle yapılmış olması kadar, yöntemlerin teorik temelinin görece benzer olmasının da, payı vardır.

Çalışmada, aynı verilerin kullanıldığı ve akrabalık ilişkilerinin dikkate alındığı MTEFREML1 yöntemi ile ÇK1, ÇK2 ve BLUP1'e göre tespit edilen DD'leri ve sıralama değerleri arasındaki korelasyonların 0.81 ve 0.84 aralığında (P<0.01) oldukça yüksek düzeyde çıkması, birinci laktasyon verimine göre yapılan tahminlerde, ÇK yönteminin BLUP, MTDFREML gibi yeni yöntemlerin yanında başarı ile uygulanabileceği anlamına gelmektedir. 1-5. Sıradaki tekrarlanan laktasyon verimlerini dikkate alan SAK1, SAK2, BLUP2 ve MTDFREML2 yöntemleri ile söz konusu özelliklere ait saptanan korelasyonların 0.84 (P<0.01)' ün üzerinde çıkması, ÇK yöntemi için yapılan yorumun, aynı zamanda SAK yöntemi için de geçerli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 2. SAK ve ÇK yöntemiyle elde edilen damızlık değerleri

Table 2. Breeding value of sires (herdmate comparison, contemporary comparison)

	KIZLAR	SAK 1	SAK 2	ÇK 1	ÇK 2	ÇK 3
BOĞA	N	DD	DD	DD	DD	DD
1	23	14.52	-7.21	38.86	44.16	222.59
2	28	28.33	14.39	150.11	160.01	326.45
3	26	52.93	40.20	55.77	167.10	324.77
4	23	6.84	-5.02	-64.68	-60.06	109.52
5	25	-4.75	-24.30	-49.00	-61.02	131.29
6	25	37.45	20.80	161.80	194.16	360.59
7	22	-9.31	-29.17	-6.89	-21.53	167.11
8	28	72.45	52.53	241.68	285.05	423.67
9	17	56.17	40.24	170.45	185.21	310.65
10	28	-13.69	-26.42	-86.66	-107.84	77.03
11	18	-7.60	-22.77	-237.05	-272.99	-81.82
81	19	-25.22	-20.76	-165.93	-178.17	-181.23
83	56	-57.46	-50.91	-167.76	-74.44	-131.74
88	12	-51.75	-40.91	-176.74	-182.78	-237.67
91	18	16.50	19.88	121.58	130.76	131.52
92	18	-28.76	-25.11	-99.61	-106.25	-129087
95	13	-38.21	-20.50	-43.23	-54.33	-115.67
96	36	-74.62	-59.09	-183.66	-212.42	-302.04
97	94	-51.00	-44.00	-254.03	-296.16	-279.19
356	98	33.62	25.82	48.05	59.43	11.38
358	14	18.28	7.07	20.94	21.59	11.35
485	66	-2.38	9.85	208.05	226.49	148.52
3279	76	-32.61	-31.77	8.59	34.51	24.45
3331	79	-8.12	-9.02	219.61	245.18	201.49
4079	99	-17.2	-11.19	4.23	11.40	-12.42
4679	73	-14.2	-10.58	-38.93	-60.75	-59.00

Birinci laktasyona ait kısmi verimlerin değerlendirildiği ÇK3 yöntemi ile, BLUP1 ve BLUP2 arasındaki korelasyonların 0.80- 0.92 aralığında ($P<0.01$); MTFREML1 ve MTFREML2 arasında ise 0.76- 0.84 aralığında ($P<0.01$) çıkması dikkat çekicidir. Benzer veri grupları kullanılarak aynı boğaların farklı yöntemlerle tahmin edilmiş damızlık değerleri arasındaki benzerlik bir ölçü olarak kullanılabilir. Fakat damızlık değeri daha ziyade mevcutlar içerisinde ilk sıralarda yer alanların belirlenmesi ve bunların damızlığa ayrılmaları için kullanılır. Bu düşünce biçimi de bireylerin sıralamadaki yerlerini damızlık değerinden daha önemli kılabilir. DD bakımından sıralama önemlidir. Fakat belirli bir oran seçilecek ise, sıralama korelasyonu da durumu tam olarak yansıtmayabilir. Bir başka ifadeyle, eğer önemli olan ilk dilime girenlerin belirlenmesi ise, bunların bu dilim içinde yer almaları yeterli görülebilir. Yöntemleri bu

bazda mukayese edebilmek için Çizelge 5. hazırlanmıştır. Bu çizelgede ilk 3 boğa % 10'u, ilk 5 boğa % 20'yi, ilk 8 boğa ise % 30'u içermektedir. Burada, en iyi % 20 içinde yer alan boğaların tamamı, SAK1, SAK2 ve BLUP2 için aynı boğalardan oluşmuştur. Buna karşılık BLUP3, MTFREML3 yöntemlerine göre en iyi % 20 ye girenlerin diğer yöntemlerdeki en iyi % 20 ile aynı boğalar olma ihtimalinin düşük olduğu ortadadır. İlk laktasyonun 120 günlük verimine dayalı yürütülen bu değerlendirmelerin böyle bir sonuca yol açması, sürüde kısmi laktasyon verimi ile tamamlanmış laktasyon verimi arasındaki genetik ilişkinin düşük olduğu anlamına gelebilir. Benzer değerlendirme ilk % 30 dikkate alınarak yapıldığında, ilk % 30 içine düşenlerden aynı olanların sayısı biraz daha fazla olmuştur. BLUP1 ile ÇK1 ve ÇK2 yanında, MTFREML1, SAK2 yöntemlerine göre en iyi % 30, aynı boğalardan oluşmuştur.

Çizelge 3. Boğa damızlık değerleri (BLUP, MTDFREML)
Table 3. Breeding value of sires (BLUP and MTDFREML)

	KIZ SAYISI	BLUP1	BLUP2	BLUP3	MTD1	MTD2	MTD3
BOĞA NO	N	DD	DD	DD	DD	DD	DD
1	23	33.66	27.78	-1.37	23.232	251.150	-0.0038
2	24	113.51	125.47	62.67	68.504	378.020	0.0179
3	26	108.93	232.25	31.54	86.081	623.859	0.0081
4	23	-22.30	77.57	-42.60	-18.392	491.136	-0.0038
5	25	-19.51	-11.20	-15.73	-12.777	0.431	-0.0014
6	25	132.83	158.59	28.27	87.158	506.521	0.0128
7	22	-5.61	-54.04	3.86	-23.180	-48.031	-0.0058
8	27	170.78	295.74	45.08	122.127	705.442	-0.0059
9	17	110.70	228.79	-8.13	68.944	811.515	0.0027
10	27	-35.53	-42.22	43.37	-42.660	-177.813	-0.0004
11	18	-134.43	-10.40	-11.77	-87.788	93.750	0.0043
81	18	-91.96	-108.49	-58.47	-76.304	-380.544	-0.0151
83	55	-71.17	-186.52	-41.09	-60.537	-480.946	-0.0187
88	11	-144.84	-225.58	-35.51	-34.150	-431.465	0.0021
91	18	69.93	68.14	38.06	31.244	148.153	0.0066
92	17	-83.05	-102.02	-63.59	-73.160	-340.982	-0.0199
95	12	-45.15	-113.26	1.11	-2.142	-269.816	0.0026
96	36	-145.88	-213.98	-26.03	-119.698	-579.943	-0.0078
97	91	-156.86	-58.86	-40.54	-174.803	-476.888	-0.0325
356	50	-5.04	133.25	-14.19	49.743	79.491	0.0031
358	3	26.86	74.89	19.48	24.775	-87.140	0.0027
485	64	102.61	-2.63	50.96	72.629	-132.350	0.0310
3279	51	10.52	-93.64	10.13	-15.970	-453.073	-0.0020
3331	32	117.56	-21.57	65.02	-67.461	-250.302	-0.0144
4079	79	-10.55	-24.70	-9.39	-22.143	-158.138	0.0008
4679	60	-25.99	-21.37	-31.27	15.751	-70.031	-0.0125

Çizelge 4.DD'leri arası (Diyagonalın altı) ve sıralama değerleri arasındaki (Diyagonalın üstü) korrelasyonlar
Table 4. Correlation coefficients between breeding values (below diagonal), rank correlations (above diagonal)

MOD.	SAK 1	SAK 2	ÇK 1	ÇK 2	ÇK 3	BLU 1	BLU 2	BLU 3	MTD 1	MTD 2	MTD 3
SAK1	-	0.90	0.72	0.72	0.83	0.79	0.98	0.52	0.78	0.92	0.56
SAK2	0.94	-	0.80	0.81	0.74	0.80	0.91	0.50	0.85	0.84	0.57
ÇK1	0.70	0.79	-	0.99	0.85	0.97	0.71	0.75	0.82	0.61	0.46
ÇK2	0.70	0.79	0.99	-	0.85	0.97	0.71	0.74	0.82	0.61	0.46
ÇK3	0.84	0.80	0.86	0.85	-	0.92	0.80	0.73	0.76	0.81	0.47
BLU1	0.78	0.83	0.97	0.97	0.92	-	0.77	0.77	0.81	0.69	0.48
BLP2	0.98	0.94	0.70	0.70	0.83	0.78	-	0.48	0.79	0.92	0.55
BLU3	0.50	0.53	0.76	0.74	0.70	0.77	0.50	-	0.56	0.40	0.55
MTD1	0.78	0.86	0.82	0.82	0.80	0.84	0.76	0.56	-	0.74	0.66
MTD2	0.91	0.85	0.61	0.61	0.84	0.71	0.92	0.39	0.76	-	0.54
MTD3	0.39	0.51	0.52	0.63	0.50	0.52	0.39	0.60	0.69	0.44	-

$r \geq 0.385$ $P < 0.05$, $r \geq 0.497$ $P < 0.01$

Çizelge 5. DD bakımından, ilk %10, %20 ve %30'un içerisinde yer alan en iyi boğalar
Table 5. The best sires in the first 10%, 20% and 30 % for breeding value

SIRA	SAK	SAK	ÇK	ÇK	ÇK	BLU	BLU	BLU	MTD	MTD	MTD
	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	8	8	8	8	8	8	8	3331	8	9	485
2	9	9	333	333	6	6	3	2	6	8	2
3	3	3	485	485	2	3331	9	485	3	3	6
4	6	356	9	6	3	2	6	8	485	6	3
5	356	6	6	9	2	9	356	10	9	4	91
6	2	91	3	3	1	3	2	91	2	2	11
7	358	2	2	2	333	485	4	3	356	1	356
8	91	485	91	91	7	91	358	6	91	91	358

Kalıtım derecesinin tahmininde Harvey (1987) tarafından geliştirilen paket program kullanılmıştır. Birinci laktasyon süt verimi ve kısmi laktasyon verimi için hesaplanan kalıtım dereceleri birbirine oldukça yakın ve 0.20-0.25 arasındadır. Bu özellikler için hesaplanan kalıtım derecelerinin daha büyük olması; söz konusu özelliklerde, beklendiği üzere, tesadüfi çevre faktörlerinden ileri gelen farklılığın daha düşük olmasıyla açıklanabilir. 305 Günlük süt veriminin kalıtım derecesi 0.133 ± 0.045 olarak bulunmuştur (Çizelge 6). Bu değer söz konusu özellik için başka araştırmacılar tarafından hesaplanmış değerlerin çoğundan küçük,

(Freitas ve ark., 1981; Danel, 1982; Singh ve ark., 1986; Yener ve Ark., 1978; Urioste ve ark., 2003; Ben Gara ve ark., 2006; Strabel ve Jomrazik, 2006) iken; Espinoza ve ark. (2007)'nin bildirdiği değere yakındır. Tekrarlanma derecesini hesaplamak için iki ve daha fazla verimi olan 612 inekten yararlanılmıştır. Elde edilen tekrarlanma derecesi (0.337 ± 0.025) literatürde hesaplananların önemli bir bölümüne oldukça yakındır (Gopal ve Bhatnagar, 1971; Lobo ve ark., 1984; Panic, 1974; Polaster ve ark., 1987; Akar ve Pekel, 1988; Ben Gara ve ark; 2006).

Çizelge 6. Çeşitli verim değerlerinin kalıtım dereceleri
Table 6. The heritabilities of milk yields and duration of lactation

ÖZELLİK	h^2	S_h^2
305 GSV	0.133	0.045
1. LAKTASYON VERİMİ (305 GSV)	0.206	0.097
KİSMİ LAKTASYON VERİMİ	0.249	0.101
LAKTASYON SÜRESİ	0.057	0.039

Sonuç

Populasyonun ıslahı açısından genelde tüm hayvanların, özelde boğaların DD'lerinin doğru olarak saptanması zorunludur. DD'nin hesaplanmasında, ilkeleri ve kabulleri birbirinden farklı olan, çeşitli yöntemler kullanılmaktadır ve bunları genel olarak klasik ve modern yöntemler diye 2 başlıkta toplamak mümkündür. Bu çalışmada, sözü edilen yöntemleri kullanarak, tahmin edilen boğa DD'leri arasında yüksek bir ilişki bulunmuştur ($P < 0.01$). Literatür bilgilerine büyük oranda denk düşen bu tespitin, DD tahminlerinde, minimum hata varyansına sahip yeni yöntemlerin yanında, klasik yöntemlerin de başarıyla kullanılabileceği anlamına geldiği

söylenbilir. Bununla birlikte, günümüzde bilgisayar teknolojisinin temini ve kullanımının kolaylaştığı ve giderek yaygınlaştığı da bir gerçektir. Bu nedenle kayıtların ilkeli, düzenli ve sürekli tutulması ön koşulunu sağlayan ihtisaslaşmış işletmelerle, bu alanda eleman dahil çeşitli olanakları yeter düzeyde olan TİGEM gibi kamu hayvancılık kurumlarının, ilk planda kendi sürülerinden başlamak üzere, BLUP-MTDFREML gibi yeni tahmin yöntemlerini zaman yitirmeden uygulamaya almaları yararlı olacaktır. Olanakları daha sınırlı olan işletmelerin ise, bir organizasyona dahil olana ve buradan sonuç alana kadar, sürülerinin ıslahı için, ÇK ve SAK gibi basit

yöntemlerle hayvanların DD'lerini hesaplamaları önerilebilir.

Kaynaklar

- Akar, M. ve Pekel, E.1988. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Eskişehir Tohum Üretim Çiftliğinde yetiştirilen saf ve melez Esmer sığırların süt verimlerindeki genetik ve fenotipik yönelimler ile bazı parametrelerin tahmini üzerine bir araştırma. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 3: 51- 65.
- Akbaş, Y. 1994. Damızlık değerin “en iyi sapmasız tahminleyicisi” BLUP yöntemi. Hayvansal Üretim Dergisi, 35: 13- 22.
- Akman, N. ve Eliçin, A. 1984. Hayvancılıkta İleri Teknikler Semineri. Tahirova, Gönen.
- Ben Gara, A., B. Rekik, and M. Bouallegue, 2006. Genetic parameters and evaluation of the Tunisian dairy cattle population for milk yield by Bayesian and BLUP analyses. Livestock Science, 100: 142- 149.
- Cebeci, Z. 1990. Süt sığırlarında damızlık seçiminde en iyi doğrusal yansız tahmin (Best Linear Unbiased Prediction) yöntemi, yöntemle ilişkin bilgi işlem algoritmaları ve Ceylanpınar Tarım İşletmesi Siyah- Alaca sığır popülasyonuna uygulanması. Çukurova Üniv. Fen Bil. Ens. (Doktora Tezi) (Yayımlanmamış), Adana.
- Cebeci, Z. ve K. Özkütük, 1990. En iyi doğrusal yansız tahmin (Best Linear Unbiased Prediction) yöntemi ve yöntemin Ceylanpınar Tarım İşletmesi Siyah- Alaca sığır popülasyonuna uygulanması. Çukurova Üniv. Fen Bil. Ens. Fen ve Mühendislik Dergisi, 4: 109- 123.
- Danell, B. and J.A. Eriksonn, 1982. The direct sire comparison method for ranking of sires for milk production in the Swedish dairy cattle population. Acta- Agriculture Scandinavica, 32: 47- 64.
- Düzgüneş, O., A. Eliçin, ve N. Akman, 1991. Hayvan Islahı. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 1212, Ders Kitabı: 349, Ankara. s, 298.
- Eker, M., T. Kesici, E. Tuncel, S.M. Yener, ve F. Gürbüz, 1982. Orta Anadolu Devlet Üretim Çiftliklerinde yetiştirilen Esmer sığırlarda süt veriminin ergin çağa göre ve 305 güne göre düzeltme katsayılarının saptanması. Doğa Bilim. Dergisi, 6: 25- 38.
- Espinoza, A. P., J.L.E.Villavicencio, D.G. Pena, D.G. Iglesias, R. Luna De La Pena, and F.R. Almedia, 2007. Estimation of variance components for the first four lactations in Holstein cattle according to different models. Zootecnia Tropical, 25: 9- 18.
- Freitas, MAR de., FAM. Duarte, R.B. Lobo, and C.J. Wilcox, 1981. Genetic parameters of milk production of Friesian cows in Brazil. Memoria, Asociacion Latinoamericana de Produccion Animal, 16, 159.
- Gopal, D. and D.S. Bhatnagar, 1971. Effect of age at first calving and first lactation yield on life time production in Sahiwal cattle. Annual Report, 1969, National Dairy research Institute, Karnal.
- Harvey, W.R. 1987. User's Guide for LSMLMW PC- 1 Version Mixed Model Least Squares and Maximum Likelihood Computed Program. Ohio State Univ. Columbus, Mimeo.
- Kızılkaya, K. 1993. Süt sığırlarında damızlık değeri tahmininde değişik yöntemlerin kullanımı. Ankara Üniv. Fen Bil. Ens. (Yüksek Lisans Tezi) (Yayımlanmamış).
- Lobo, R.B., FAM.Duarte, A.M. Goncalves, J.A. Oliveria, and C.J. Wilcox, 1984. Genetic and environmental effects on milk yield of Pitanguerias cattle. Anim. Production , 39(2): 157- 163.
- Panic, M. 1974. Phenotypic variation, heritability and correlations of dairy performance characteristics. 22: 9- 10.
- Polaster, R., J.C. Milagres, P.S. Assis, C.A. Fre, and P. Silvio- Assis, 1987. Genetic and environmental effects on the performance of Holstein- Friesian *Zebu cows 4. lactation length . Revista da Sociedade. Brasileria de Zootecnia, 3: 254- 260.
- Singh, S.R., H.R. Mishra, C.S.P. Singh, and S.K. Singh, 1986. A note on estimates heritability and repeatability in crossbred cattle. Indian Veterinary Medical Journal, 10(4): 239- 242.
- Strabel, T. and , J. Jomrazik, 2006. Genetic analysis of milk production traits of polish Black and White cattle using large- scale Random Regression Test- Day Models. J. of Dairy Sci., 89: 3152- 3163.
- Urioste, J.I., R. Rekaya, D. Gianola, W.F. Fikse, and K.A. Weigel, 2003. Model comparison for genetic evaluation of milk yield in Uruguayan Holsteins. Livestock Production Science, 84: 63- 73.