

Yakut GEVREKÇİ  
Yavuz AKBAŞ

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü,  
35100 İzmir/Türkiye  
e-posta:yakut.gevrekci@ege.edu.tr

## Bir Eşikli Özellik Olarak Buzağılama Güçlüğü'nün Analizi

Calving Ease Analysis as a Threshold Trait

Alınış (Received): 09.06.2014

Kabul tarihi (Accepted): 27.08.2014

### Anahtar Sözcükler:

Eşikli Özellikler, Buzağılama Güçlüğü,  
Gibbs Örnekleme, Genetik Parametre

### Key Words:

Threshold Traits, Calving Ease, Gibbs  
Sampling, Genetic Parameters

### ÖZET

**Çalışmada, eşikli bir özellik olan buzağılama güçlüğüne ait genetik parametrelerinin tahminlemesi yapılmıştır. Araştırma materyali, 2003-2005 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri'ndeki 3980 adet Siyah Alaca sürüsünde bulunan ilk 6 laktasyondaki 404460 adet bireye ait 4 kategorili buzağılama güçlüğü kayıtlarından oluşmaktadır. Analizde Gibbs Örnekleme metodu kullanılmıştır. Bu metot, özelliklere ait ön dağılımın olabirlik fonksiyonlarıyla birleştirilmesi sonucu elde edilen son dağılımlar üzerinden tahminleme yapmaktadır. Baba+Ana tarafından büyükbaba modeli kullanılarak varyans komponentleri ve bunlara bağlı olarak kalıtım dereceleri ile direk ve ana etkilerine ait genetik komponentler arasındaki genetik korelasyonlar tahmin edilmiştir. Buzağılama güçlüğüne ait direkt kalıtım derecesi 0.06 olarak bulunurken, ana üzerinden kalıtım derecesi 0.04 düzeyinde tahminlenmiştir. Direkt ve ana etkileri arasındaki genetik korelasyon düşük düzeyde ve negatif bulunmuştur. Sonuç olarak, eşikli bir özellik olan buzağılama güçlüğü'nün anaya ait genetik etkilerin modele katkısı da düşünülerek baba+Ana tarafından büyükbaba modeli ile analizi tavsiye edilmiştir.**

### ABSTRACT

**This study was conducted to estimate genetic parameters of calving ease as threshold traits. In this research, calving ease scores with four categories obtained from 404460 animals in the first 6 lactations raised between 200-2005 years in 3980 Holstein herds in United States. In the analysis, Gibbs Sampling method is used. This method uses posterior density combining by prior densities and likelihood for the traits. Variance components, heritabilities and genetic correlations between direct and maternal genetic components were estimated by using Sire+Maternal grandsire model. Direct and maternal heritability estimates for calving ease were 0.06 and 0.04, respectively. Genetic correlation between direct and maternal effects was low and negative. In conclusion, because of maternal genetic effects contribution to the models, Sire+Maternal grandsire model is recommended for analyzing calving ease.**

### GİRİŞ

Hayvancılıkta üzerinde durulan ekonomik özelliklerin büyük bir bölümü sürekli dağılış gösterir. Süt verimi, yumurta verimi, yağ verimi, yapağı verimi ve üreme özellikleri bunlara örnektir. Hayvancılıkta bazı özelliklerin kalıtımı ise kantitatif karakterlerdeki gibi poligenik fakat fenotipik dağılımı kalitatif karakterlerde olduğu gibi kesiklidir (Falconer, 1981).

Buzağılama güçlüğü, hastalıklara direnç, koyunlarda doğumda yavru sayısı, vücut skorları, ölü doğum gibi ekonomik olarak önemli özellikler bu gruptadır. Bu tip özellikler, eşikli (threshold) özellikler olarak bilinir ve farklı bir strateji ile analiz edilir. Örneğin bir hastalığa direnç sağlayan madde yapımı bakımından bireyler arasında kantitatif nitelikte bir varyasyon olduğu ve bu madde belirli bir düzeyin üstüne çıkınca hastalığın

ortaya çıktığı kabul edilmektedir. Buna göre söz konusu eşiği geçen bireyler hasta, diğerleri ise sağlam şeklinde değerlendirilir.

Bu çalışmada incelenen buzağılama güçlüğü temelde ana yaşı, buzağı cinsiyeti, buzağı büyüklüğü, baba ve ana ırkı gibi faktörlerden etkilenmektedir. Genel olarak, buzağının çok iri olması nedeniyle ananın doğum kanalından geçerken zorlanması durumunda buzağılama güçlüğü ortaya çıkar. Buzağılama güçlüğü gösteren ineklerin, buzağılarını kaybetme ve daha az süt verme olasılığının çok daha yüksek olduğu bilinmektedir. Nitekim buzağılama güçlüğü, ilkinde buzağılayan düvelerde düvenin ölme olasılığını ve tekrar yavru lamaya kadar geçecek süreyi artırmakta, işçilik ile veteriner masraflarını da yükseltmektedir (Laster and Gregory, 1973; Philipson, 1976; Meijering, 1984).

Zor doğum yapan düve ve inekler tekrar çiftleş-tirme veya gebe kalmakta zorluk çekerler. Buzağılama güçlüğü hem buzağının hem de ineğin karakteristik yapıları sonucu oluşur ve kimi durumda veteriner yardımı gerektirir (Şekil 1).

Bu çalışmada da Gibbs Örneklemesi metodu kullanılarak buzağılama güçlüğüne ait genetik parametre tahminleri yapılmıştır.



Şekil 1. Güç doğumdan bir görüntü  
Figure 1 . A picture of dystocia

### MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın materyalini, Amerika Birleşik Devletleri Columbia ve Missouri eyaletlerinde bulunan Ulusal Hayvan Yetiştiricileri Birliğinden elde edilen 3980 adet Siyah Alaca sürüsünde 2003-2005 yılları arasında tutulan, ilk altı laktasyondaki 404460 adet bireyde saptanan buzağılama güçlüğü (1: problemsiz, 2: düşük düzeyde problemliler, 3: uzman yardımı, 4: güç kullanımı) kayıtları oluşturmaktadır. Bu kayıtlar 622 baba ve 10124 ana tarafından büyükbaba (MGS) yavrularına aittir.

Buzağılama güçlüğü skorlarının laktasyon sırası ve eşeye göre dağılımı Çizelge 1'de yıllara göre dağılımı ise Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Laktasyon sırası ve eşeye göre buzağılama güçlüğü skorlarına ait frekanslar  
Table 1. Dystocia scores by parity and sex

Lak. No.	Eşey	Buzağılama Güçlüğü Skorları*			
		1	2	3	4
1	Erkek	33950	11190	11418	6197
	Dişi	41851	10428	7822	2974
2	Erkek	46534	7854	5295	2524
	Dişi	47302	6132	3290	1110
3	Erkek	30799	4695	3028	1380
	Dişi	30109	3702	1996	678
4	Erkek	17486	2710	1644	829
	Dişi	17207	2151	1117	399
5	Erkek	8873	1410	900	402
	Dişi	8734	1131	594	220
6≤	Erkek	6534	1018	681	339
	Dişi	6456	785	428	154

\*1:Problemsiz, 2:Düşük düzeyde problemliler, 3:Uzman yardımı, 4:Güç kullanımı

**Çizelge 2.** Yıllara göre buzağılama güçlüğü skorlarının dağılımı  
**Table 2.** *Dystocia scores by years*

	Yıl			Toplam
	2003	2004	2005	
Kayıt sayısı	43797	273889	86774	404460
Skorlar				
1	31915 (%72.9)	201306 (%73.5)	62614 (%72.1)	295835
2	5738 (%13.1)	35513 (%13)	11955 (%13.8)	53206
3	4253 (%9.7)	25625 (%9.4)	8335 (%9.6)	38213
4	1891 (%4.3)	11445 (%4.1)	3870 (%4.5)	17206

Buzağılama güçlüğü'nün istatistiki analizinde baba+ana tarafından büyükbaba (baba+MGS) modeli (1) kullanılarak varyans komponentleri, kalıtım dereceleri ve genetik korelasyonlar tahmin edilmiştir.

$$\mathbf{l} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}_1\mathbf{s} + \mathbf{Z}_2\mathbf{m} + \mathbf{Z}_3\mathbf{h} + \mathbf{e} \quad [1]$$

Modeldeki,  $\mathbf{l}$ : buzağılama güçlüğüne temel değişken vektörü,  $\mathbf{X}$ : eşey, laktasyon sırası, yıl-mevsim etkisini içeren sabit etkilere ait desen matrisi,  $\boldsymbol{\beta}$ :  $p \times 1$  boyutlu sabit etkiler vektörü,  $\mathbf{Z}_1, \mathbf{Z}_2, \mathbf{Z}_3$ : sırasıyla şansa bağlı etkiler olan baba, MGS ve sürü etkileri için desen matrisleri,  $\mathbf{s}$ :  $q_s \times 1$  boyutlu şansa bağlı baba etkisi vektörü,  $\mathbf{m}$ :  $q_m \times 1$  boyutlu şansa bağlı ana tarafından büyükbaba (MGS) etkisi vektörü,  $\mathbf{h}$ :  $q_h \times 1$  boyutlu şansa bağlı sürü etkisi vektörü ve  $\mathbf{e}$ : şansa bağlı hata vektörü şeklindedir.

Buzağılama güçlüğü'nün analizinde kullanılan program, LINUX ortamında çalışan ve FORTRAN dilinde yazılmıştır (Chang, 2006). Veri dosyası ve pedigrı dosyasının kodlanmasında FORTRAN dilinde yazılmış ve Misztal (1993) tarafından geliştirilen CMMAT2 programı kullanılmıştır.

Gerçekleştirilen 1.000.000 iterasyonun ilk 100.000'lik kısmı burn-in periyodu olarak atılmış daha sonra kalan 900.000 iterasyon sonucu elde edilen varyans-kovaryans komponent tahminlerine ait tanımlayıcı istatistikler ve etkili örnek büyüklükleri R Project (Plummer et al., 2005) programıyla elde edilmiştir.

Baba+MGS modelinde, eklemeli direkt genetik ( $\sigma^2_D$ ) ve eklemeli ana etkisi ( $\sigma^2_M$ ) varyansları ile direkt-ana etkileri arasındaki kovaryans ( $\sigma_{DM}$ ) terimleri,  $\sigma^2_s$ ,  $\sigma^2_m$ , ve  $\sigma_{sm}$  varyans-kovaryans komponentlerinden

aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır (Manfredi et al., 1991a, b; Matos et al., 1994; Kızılkaya, 2002).

Fenotipik varyans ( $\sigma^2_p$ )

$$\sigma^2_p = \sigma^2_s + 2\sigma_{sm} + \sigma^2_m + \sigma^2_h + \sigma^2_e \quad [2]$$

şeklinde tanımlanmıştır.

Modelde tahmin edilen varyans komponentlerinden direkt ( $\sigma^2_D$ ) ve ana etkisi ( $\sigma^2_M$ ) varyans komponentleri ile direkt ve ana etkisi arası kovaryans komponentlerinin ( $\sigma_{DM}$ ) değerlerinin bulunmasında kullanılan katsayılar [3]'de verilmiştir.

$$\begin{bmatrix} \sigma^2_D \\ \sigma_{DM} \\ \sigma^2_M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 & 0 & 0 \\ -2 & 4 & 0 \\ 1 & -4 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma^2_s \\ \sigma_{sm} \\ \sigma^2_m \end{bmatrix} \quad [3]$$

Özelliklerin, eklemeli direkt ( $h^2_D$ ) ve anaya ait ( $h^2_M$ ) komponentler üzerinden kalıtım dereceleri ve direkt-ana etkileri arası genetik korelasyon ( $r_{DM}$ ),

$$h^2_D = \sigma^2_D / \sigma^2_p, \quad h^2_M = \sigma^2_M / \sigma^2_p \quad \text{ve} \quad [4]$$

$$r_{DM} = \sigma_{DM} / \sqrt{\sigma^2_D \sigma^2_M}$$

şeklinde hesaplanmıştır.

## ARAŞTIRMA BULGULARI

Buzağılama güçlüğüne ait baba+MGS modeli kullanılarak elde edilen sürü, baba, MGS, direkt ve ana etkisine ait varyans komponentleri, baba-MGS kovaryansı, eşik değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler, kalıtım dereceleri ve hesaplanan etkili örnek büyüklükleri Çizelge 3'de özetlenmiştir.

**Çizelge 3.** Buzağılama güçlüğü skorlarına ait tanımlayıcı istatistikler ve etkili örnek büyüklükleri (EÖB)  
**Table 3.** Descriptive statistics and effective sample sizes of dystocia

Değişken	Ortalama	Std. Sapma	EÖB
$\sigma^2_h$	0.487	0.014	118194
$\sigma^2_s$	0.022	0.002	8564
$\sigma^2_m$	0.019	0.001	8393
$\sigma_{sm}$	0.010	0.001	4580
$\sigma^2_D$	0.088	0.004	54726
$\sigma^2_M$	0.058	0.003	78951
$\sigma_{DM}$	-0.004	0.001	54226
$t_2$	0.609	0.002	314474
$t_3$	1.370	0.004	265581
$h^2_D$	0.06	0.004	895687
$h^2_M$	0.04	0.005	984621
$r_{DM}$	-0.06	0.070	964682

$\sigma^2_h$ :sürü varyansı,  $\sigma^2_s$ :baba varyansı,  $\sigma^2_m$ :MGS varyansı,  $\sigma_{sm}$ : baba-mgs kovaryansı,  $h^2$ :kalıtım derecesi,

std. sapma: standart sapma, EÖB: etkili örnek büyüklüğü,  $r_{DM}$ : Direkt ve ana etkileri arasındaki korelasyon

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Baba+MGS modelinde, ana tarafından büyükbabanın dikkate alınması nedeniyle ana tarafından etkiler de modele eklenmiştir. Manfredi et al., (1991a), ana genetik etkilerinin modele dahil edilmesiyle tahmin hatalarının giderildiğini bildirmişlerdir.

Çalışmada buzağılama güçlüğü için kalıtım derecesi tahmini doğrudan 0.06; ana üzerinden 0.04 düzeyinde tahminlenmiştir. Elde edilen kalıtım derecesi tahminleri, literatürlerle uyumlu olarak (Bar-Anan et al., 1976; Philipson, 1976; Pollak and Freeman, 1976, Gianola, 1979 ve Politiek, 1979) düşük düzeyde bulunmuştur.

Bu değerler, Cue and Hayes, (1985) ve Cue et al., (1990)'nın bildirdiği değerlere benzerdir. Araştırmamızla uyumlu olarak, çalışmaların bir çoğunda (Philipson, 1976; Burfering et al., 1981; Meijering, 1984; Cue and Hayes, 1985; Dwyer et al., 1986; Djemali et al., 1987; Weller et al., 1988; Carnier et al., 1998, Kızılkaya, 2002) direkt ve ana etkiler üzerinden özelliklere ait kalıtım derecesi tahminleri 0.02 ile 0.30 arasında bulunmuştur.

Luo et al. (2002) ise, buzağılama güçlüğü için direkt kalıtım derecesi tahminini, anaya ait kalıtım derecesi tahmininden yaklaşık iki kat daha fazla bulmuşlardır. Carnier et al. (2000), buzağılama güçlüğü üzerinde direkt etkiler üzerinden kalıtım derecesi tahmininin 0,12-0,19 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ana etkileri için özelliğin kalıtım derecesi tahminindeki varyasyonu, veri sayısının azlığına bağlamışlardır.

Çoğu çalışmada (Carnier et al., 2000; Luo et al., 2002; Kızılkaya et al., 2002; Fuerst and Egger-Danner, 2003; Canavesi et al., 2003; Hansen et al., 2004; Steinbock, 2006) buzağılama güçlüğüne ait genetik parametre tahminlemede Baba+MGS modeli kullanılmıştır. Az sayıda çalışmada ise sadece baba modeli ile değerlendirme yapılmıştır (Philipson, 1976; Pollak and Freeman, 1976; Berger, 1994; Alday and Ugarte, 1997).

Etkili örnek büyüklüğü değerleri yüksek düzeylerde bulunmuştur. Bu değerler, Umari et al. (1996)'nın bağımsız örneklerin etkili sayısının en az 100 olması gerektiği koşulunu sağlamaktadır.

Çalışmada direkt ve anaya ait komponentler arasındaki genetik korelasyonlar -0.06 olarak bulunmuştur. Kızılkaya et al. (2002) da her iki etki arasındaki kovaryansı sifıra yakın bir değer (-0.002) tahminlemiştir. Korelasyonun sifır değerine yakın olması, anaya ait etki ile direkt etki arasında çok az bir ilişki olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, Luo et al. (1999) ve Carnier et al. (2000), direkt ve anaya ait genetik komponentler arasında negatif korelasyon tahmin etmişlerdir. Bir çok çalışmada da (Burfering et al.,1981; Thompson et al., 1981; Cue and Hayes, 1985; Meijering, 1985; Dwyer et al., 1986), buzağılama güçlüğü için direkt ve anaya ait genetik komponentler arasında düşük ve negatif korelasyonlar bulunmuştur. Bununla birlikte, bazı çalışmalarda (Bar-Anan et al., 1976; Manfredi et al., 1991a) ise, direkt ve ana üzerinden genetik etkiler arasında pozitif düzeyde bir korelasyonun bulunduğu çalışmalar da vardır.

Sonuç olarak, ekonomik öneme sahip bir özellik olan buzağılama güçlüğünün analizinde eşikli model uygun bir yaklaşımdır. Ana üzerinden genetik etkilerin de modele olan katkıları düşünülecek olursa, bu tip özelliklerde baba+MGS modeli analizinin kulla-

nılması tavsiye edilmektedir. Ayrıca, ülkemizde de buzağılama güçlüğü ve ölü doğuma ait düzgün bir kayıt tutma sisteminin sağlanması ve bunlara ait genetik parametre tahminlerinin yapılmasının ülkemiz hayvancılığının geleceği için iyi olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Alday, S., and Ugarte, E., 1997. Genetic evaluation of calving ease in Spanish Holstein population, *Interbull Bulletin* No. 18:21-24.
- Bar-Anan, R., Soller, M. and Browman, J.C., 1976. Genetic and environmental factors affecting the incidence of difficulty calving and perinatal calf mortality in Israeli-Friesian dairy herds, *Animal Prod.*, 22:299.
- Berger, P., 1994. Genetic prediction for calving ease in the United States: data, models and use by the dairy industry, *Journal of Dairy Sci.*, 77:1146-1153.
- Burfening, P.J., Kress, D.D. and Friendrich, R.L., 1981. Calving ease and growth rate of Simmental-sired calves. III. Direct and maternal effects, *Journal of Animal Sci.*, 53:1210-1216.
- Canavesi, F., Biffani, S. and Samorè, A.B., 2003. Revising the genetic evaluation for calving ease in the Italian Holstein Friesian, *Proceedings of the Interbull Technical Workshop*, Beltsville, MD, USA March 2-3, 2003.
- Carnier, P., Dal Zotto R., Albera, A. and Bona, M., 1998. Direct and maternal effects on calving ease in heifers and second parity Piemontese cows, *Interbull, Bulletin* No., 19:12-16.
- Carnier, P., Albera, A., Dal Zotto, R., Groen, A.F., Bona, M. and Bittante, G., 2000. Genetic parameters for direct and maternal calving performance over parities in Piemontese cattle, *Journal of Animal Sci.*, 79:2532-2539.
- Chang, Y.M., 2006. Probit Sire, Ordered Sire, Bivar\_Ordered Binary, Ordered\_SMGS, Binary\_SMGS, Bivar\_SMGS, University of Wisconsin, USA.
- Cue, R. and Hayes, J.F., 1985. Correlations of various direct and maternal effects for calving ease, *Journal of Dairy Sci.*, 68:374-381.
- Cue, R., Monardes, H., and Hayes, J., 1990. Relationships of calving ease with type traits, *Journal of Dairy Sci.*, 73: 3586:3590.
- Djemali, M., Freeman, A. and Berger, P., 1987. Ordered categorical sire evaluation for dystocia in Holsteins, *Journal of Dairy Sci.*, 70:2127-2131.
- Dwyer, D.J., Schaeffer, L.R. and Kennedy, B.W., 1986. Bias due to corrective matings in sire evaluations for calving ease, *Journal of Dairy Sci.*, 69:794-799.
- Falconer, D.S., 1981. *Introduction to quantitative genetics*. Longman, New York.
- Fuerst, C. and Egger-Danner, C., 2003. Multivariate genetic evaluation for calving ease and stillbirth in Austria and Germany, In *Interbull*, Vol.14, Rome.
- Gianola, D., 1979. Heritability of polychotomous characters, *Genetics*, 93:1051-1055.
- Hansen, M., Lund, M., Pedersen, J. and Christensen, L., 2004. Genetic parameters for stillbirth in Danish Holstein cows using a Bayesian threshold model, *Journal of Dairy Sci.*, 87:706-716.
- Kızılkaya, K., 2002. Hierarchical bayesian threshold models applied to the quantitative genetic analysis of calving ease scores in Italian Piemontese Cattle, PhD Thesis, University of Michigan State.
- Kızılkaya, K., Banks, B.D., Carnier, P., Albera, A., Bittante, G. and Tempelman, R.J., 2002. Bayesian inference strategies for the prediction of genetic merit using threshold models with an application to calving ease scores in Italian Piemontese cattle, *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 119:209-220.
- Laster, D.B. and Gregory, K.E., 1973. Factors influencing peri and early postnatal calf mortality, *Journal of Animal Sci.*, 37:1092-1097.
- Luo, M.F., Boettcher, P.J., Dekkers, J.C.M. and Schaeffer, L.R., 1999. Estimation of genetic parameters of calving ease and stillbirth for Canadian Holstein using Bayesian analysis, *Journal of Dairy Sci.*, 82:1848.
- Luo, M.F., Boettcher, P.J., Schaeffer, L.R. and Dekkers, J.C.M., 2002. Estimation of genetic parameters of calving ease in first and second parities of Canadian Holsteins using Bayesian Methods, *Livestock Production Sci.*, 74:175-184.
- Manfredi, E., Ducrocq, V. and Foulley, J.L., 1991a. Some factors affecting the estimation of genetic parameters for cattle dystocia under a threshold model, *Animal Prod.* 53:151-156.
- Manfredi, E., Ducrocq, V. and Foulley, J.L., 1991b. Genetic analysis of dystocia in dairy cattle, *Journal of Dairy Sci.*, 74:1715-1723.
- Matos, C.A.P., Thomas, D.L., Young, L.D. and Gianola, D., 1994. Analysis of lamb survival using linear and threshold models with maternal effects, 5<sup>th</sup> World Congress of Genetics Applied to Livestock Production, Ontario, Canada. Vol. 18:426-429.
- Meijering, A., 1984. Dystocia and stillbirth in cattle-a review of causes, relations and implications, *Livestock Prod. Sci.*, 11:143-177.
- Meijering, A., 1985. Sire evaluation for calving traits by BLUP and nonlinear methodology, *Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol.*, 102:95-105.
- Misztal, I., 1993. CMMAT2 - maternal effect, threshold+linear model REML program, <http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/numpub/threshold/cmmat2for>
- Philipsson, J., 1976. Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish Cattle Breeds. III. Genetic Parameters, *Acta. Agric. Scand.*, 26:211-220.
- Plummer, M., Best, N., Cowles, K. and Vines, K., 2005. Output analysis and diagnostics for MCMC. <http://www-fis.iarc.fr/coda>.
- Politiek, R.D., 1979. In "Calving Problems and Early Viability of the Calf", 216-219, Editors B. Hoffmann, J.L. Mason and J. Schmidt, Martinus Nijhoff, The Hague.
- Pollak, E.J. and Freeman, A.E., 1976. Parameter estimation and sire evaluation for dystocia and calf size in Holsteins, *Journal of Dairy Sci.*, 59:1817-1824.
- Steinbock, L., 2006. Comparative aspects on genetics of stillbirth and calving difficulty in Swedish Dairy Cattle breeds, Licentiate Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 2006.
- Thompson, J.R., Freeman, A.E. and Berger, J., 1981. Age of dam and maternal effects for dystocia in Hailstones, *Journal of Dairy Sci.*, 64:1603-1609.
- Umari, P., Thaller, G. and Hoeschele, I., 1996. The use of multiple markers in a Bayesian method for mapping quantitative trait loci, *Genetics*, 1831-1842.
- Weller, J.L., Misztal, I. and Gianola, D., 1988. Genetic analysis of dystocia and calf mortality in Israeli-Hailstones by Threshold and Linear Models, *Journal of Dairy Sci.*, 71:2491-2501.