

BİYOMETRİK ÖZELLİKLERDE MİNİMUM HATA VARYANSI

Nurinisa ESENBÜĞA¹

Hayri DAYIOĞLU²

ÖZET

EKK, MIVQUE, ML ve REML metodları kullanılarak İvesi ve Morkaraman ırkı kuzuların doğum ağırlığı, süttten kesim ağırlığı, süttten kesime kadarki günlük canlı ağırlık artışı, mera sonu ağırlığı ve meradaki günlük canlı ağırlık artışı için varyans unsurları ve kalıtım derecesi tahminleri yapılmıştır. Minimum hata varyansına göre metodlar karşılaştırıldığında ML metodunun diğer metodlardan nispeten daha etkin tahmin yaptığı görülmüştür. Yine kalıtım derecesi için yapılan tahminlerde de ML metodu ile hesaplanan kalıtım derecelerine ait standart hataların diğer metodlarla hesaplananlardan daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İvesi, Varyans unsurları, Kalıtım derecesi

ISTATISTIC METHODS GIVING MINIMUM ERROR VARIANCE AND COMPARATIVE RESEARCHES ON HERITABILITY ESTIMATIONS

SUMMARY

Variance components and heritability estimates for birth weight, weaning weight, daily weight gain until weaning, weight at the end of pasture and daily weight gain on pasture of Awassi lambs were made using LS, MIVQUE, ML and REML methods. ML method gave more efficient estimate than other methods when methods were compared according to minimum error variance. Also in estimations made for heritability, standard deviations relating to heritabilities calculated with ML method were determined to be lower than those of other methods.

Key words: Awassi, Variance components, Heritabilities

1. GİRİŞ

İstatistikte her bir varyasyon kaynağının toplam varyansa olan katkı payının tahmin edilmesi varyans unsurlarının tahmini olarak adlandırılır. Varyans unsurlarının tahmin hususu ıslahçı için başarıda öncülüğü olan bir konuma sahiptir. Henderson (1986) varyans ve kovaryans tahminlerinin hayvan ıslahında yaygın kullanım alanına sahip olduğunu bildirek bu kullanım alanlarını;

1-Seleksiyon indekslerinin oluşturulması,

¹ Dr. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. ERZURUM

² Doç. Dr. Dumlupınar Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. KÜTAHYA

- 2- Karişik modellerde “en iyi doğrusal yansız tahmin”lerin (BLUP) yapılması,
- 3-Kalıtım derecesi ile genetik, çevre ve fenotipik korelasyonların tahmin edilmesi,
- 4-İslah programlarının planlanması ve
- 5-Kantitatif özelliklerde genetik mekanizmanın açıklanması olarak bildirmektedir.

Bugün varyans unsurlarının tahmininde kullanılan çok sayıda metot mevcuttur. Bu metotlar uygulama kolaylığı ve materyalin durumuna uygunlukları bakımından birbirlerinden farklılık gösterirler (Falconer, 1989). Uygulama kolaylığı metodun seçiminde önemli bir faktör olmakla birlikte, metodun ilgili parametre değerini sapmasız tahminlemesi asıl hedeftir. Yani yapılan tahmin olayın biyolojik doğasına ve tahminin tanımına aykırı olmamalıdır. Daha açık bir ifade ile örneğin, varyans unsurları negatif ve korelasyonlar birden büyük olmamalıdır. Ancak yapılan birçok tahminde bu ve benzeri durumlarla karşılaşılabilir. Bu nedenlerle varyans unsurlarının ve buna bağlı olarak genetik parametrelerin doğru tahmini için birçok metot geliştirilmiştir.

Varyans unsurlarının tahmini ile ilgili olarak ilk çalışmalar Crumb (1946), daha sonraki çalışmalar ise Henderson (1953) tarafından yürütülmüştür. Araştırmacı kendi adı ile anılan Henderson I, II, III yöntemlerini bularak, uygulamaya koymuştur. Daha sonra Hartley ve Rao (1967), Maksimum Olabilirlik (ML) yöntemini geliştirmişlerdir. Rao (1972) ve Lamotte (1970) birbirlerinden bağımsız olarak aynı dönemde matris inversini içeren Minimum Varyanslı Kuadratik Sapmasız (MIVQUE) tahmin ve Minimum Norm Kuadratik Sapmasız (MINQUE) tahmin adlarıyla bilinen metotları geliştirmişlerdir. Li ve Klotz (1978) ML ve REML ve MINQUE yöntemlerini kullanarak varyans unsurlarının tahminini yapmışlar ve karşılaştırma kriteri olarak hata kareler ortalamasını kullanmışlardır.

Dengesiz verilerde, şansa bağlı bir modelde ANOVA, MINQUE, REML ve ML metotlarının mukayeselerini yapan Swallow ve Monahan (1984) yöntemlerin karşılaştırılmasında kriter olarak $\sigma_{\alpha} / \sigma_{\epsilon} < 0.50$ olduğunda ML yöntemi, $\sigma_{\alpha} / \sigma_{\epsilon} \geq 0.50$ olduğunda REML ve varyans analiz yöntemi, $\sigma_{\alpha} / \sigma_{\epsilon} \geq 1$ olduğunda ise MIVQUE yönteminin tercih edilmesini tavsiye etmişlerdir.

Varyans unsurlarının tahmini ile ilgili olarak ülkemizde pek fazla teorik çalışma olmadığı gibi uygulamaya yönelik çalışmalarda sınırlı sayıdadır. Son yıllarda yapılan bazı çalışmaları şu şekilde özetleyebiliriz.

Kayaalp vd., (1992a) REML yönteminin teori ve uygulamalarını sayısal bir örnek üzerinde incelemişlerdir. Aynı araştırmacılar (1992b) diğer bir çalışmalarında ise Henderson I, II, III yöntemleri ile varyans unsurları tahminini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Kanatlılarda yumurta verim özellikleri için varyans unsurlarını Henderson III, ML, REML ve MIVQUE yöntemlerini kullanarak tahminleyen Akbaş vd., (1993) ML yöntemi ile elde edilen varyansların diğerlerinden önemli ($P < 0.05$) ölçüde küçük olduğunu tespit etmişlerdir.

Kayaalp ve Bek, (1994) Henderson I, II, III, MIVQUE, ML, REML ve Varyans Analizi (ANOVA) yöntemlerini kullanarak varyans unsurlarını tahmin etmişler ve MIVQUE yönteminin diğer yöntemlerden daha etkin bir yöntem olduğunu saptamışlardır.

ML, REML ve MINQUE yöntemlerini kullanarak süt verim özellikleri için varyans unsurları ve kalıtım derecesi tahminleri yapan Akbulut (1996) ML metodu ile yapılan tahminleri diğer iki metod ile yapılan tahminlerden daha küçük, kalıtım derecesi için yapılan tahminlerden ise daha büyük olarak belirlemiştir.

Bu çalışmada ise İvesi kuzularının bazı büyüme ve gelişme özelliklerinde EKK, MIVQUE, ML ve REML yöntemlerini kullanarak varyans unsurlarının ve kalıtım derecelerinin tahminlenmesi, bu tahminlerin literatür bulguları ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Araştırmanın hayvan materyalini Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım İşletmesinde yetiştirilen İvesi kuzuları oluşturmaktadır. 12 babadan 1997, 1998 ve 1999 yıllarında elde edilen 315 İvesi kuzusunun büyüme ve gelişme özelliklerine ait verim kayıtları kullanılmıştır.

Kuzular doğumlarının ilk 24 saati içinde kulaklarına numara takılarak numaralanmış ve 10 gr'a kadar hassas terazi ile tartılarak doğum ağırlıkları alınmıştır. Açılan kuzu kartına kuzunun numarası, cinsiyeti, doğum şekli, doğum ağırlığı, anasının ve babasının numaraları yazılmıştır. Ortalama 75 günlükken süttten kesilen kuzuların diğer dönem canlı ağırlıkları ise 100 gr hassasiyetli baskül kullanılarak tespit edilmiştir.

2.2. Metot

İncelenen büyüme ve gelişme özellikleri üzerine etkili sistematik çevre faktörlerine ön düzeltme uygulanmamış, bu faktörlerin etkisi modelde eşanlı olarak ele alınmıştır.

Karışık modelde, sabit etkilerin varyasyona kaynak oluşturması beklenmez. Bu nedenle temel varyasyon kaynağı şansa bağlı etkilerden kaynaklanır. Şansa bağlı etkilerin birbirlerinden bağımsız olduğu ve aralarında korelasyon bulunmadığı varsayılmaktadır (Searle, 1991; Henderson, 1986; Kayaalp vd., 1992b). Bu özellikler esas alındığında modelin matris notasyonu ile yazılımı;

$$Y=Xb + Zu + e \quad \text{şeklindedir.}$$

Bu modelde yer alan terimler;

$Y = N \times l$ boyutlu gözlem vektörü

$X = N \times q$ boyutlu rankı q olarak bilinen sabit etkilere ait desen matrisi

$b = q \times l$ boyutunda bilinmeyen sabit etkiler vektörü

$Z = N \times r$ boyutunda rankı r olan şansa bağlı etkilere ait desen matrisi

$u = r \times l$ boyutunda şansa bağlı etkiler vektörü olup, ortalaması sıfır ve varyans-kovaryans matrisi $I\sigma^2_i$ ve

$e =$ Hata terimi olup, ortalaması sıfır ve varyans- kovaryans matrisi $I\sigma^2_e$ dir.

Normal eşitlik yardımı ile babalara ve hataya ait varyans unsurları aşağıda açıklanan metotlarla tahminlenmiştir.

2.2.1. En Küçük Kareler (EKK) Yöntemi

EKK tahminleme metodu hata kareler toplamının minimum yapılması esasına göre geliştirilmiştir (Harvey, 1960) . İlk bulunduğu beri araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ve hala kullanılmaktadır. Çünkü ihtiyaçlara önemli ölçüde cevap verebilmektedir. Parametre tahminlenmesinde En Küçük Kareler metodunun tercih edilmesinin nedenleri Henderson, (1986) tarafından şu şekilde açıklanmıştır;

-Tahminleyicilerin sapmasız olduğu varsayılır, yani $E(Q)=Q$. Burada, Q tahminlenen parametredir ve Q, Q'nın en küçük kareler tahminleyicisidir.

-Her bir tahminleyici için örnekleme hatası, seçilen diğer bir linear kombinasyondan elde edilebilecek tahminleyicinin hata değerinden daha küçük olduğu varsayılmaktadır.

-Bu yöntem ile tahminlenecek parametre için güvenilir varyans-kovaryans matrisinin elde edilmesi mümkündür.

-Parametre tahminleri, e_{ijk} (hata)'nın dağılışı hususunda herhangi bir varsayımaya bağlı olmaksızın yapılabilir.

- e_{ijk} 'nın normal dağılışı olduğu varsayılması halinde hipotez testleri F dağılışı kullanılarak yapılabilir. Ayrıca, bu durumda en küçük kareler tahminleri Maksimum Olabilirlik tahminleri ile aynıdır ve önem testleri olabilirlik oran testleri ile benzerlik göstermektedir.

-Bu metod alt sınıf sayıları farklı, dengesiz veri setlerinden maksimum bilgi elde edilmesini sağlar.

Yukardaki modelde yer alan şansa bağlı etkilerin varyans matrisleri şu şekilde düzenlenir;

$$G = \text{Var}(u) = \begin{bmatrix} \sigma_u^2 & & & \\ & \sigma_u^2 & & 0 \\ & & \sigma_u^2 & \\ 0 & & & 0 \end{bmatrix} = I\sigma_u^2$$
$$R = \text{Var}(e) = \begin{bmatrix} \sigma_e^2 & & & \\ & \sigma_e^2 & & 0 \\ & & \sigma_e^2 & \\ 0 & & & 0 \end{bmatrix} = I\sigma_e^2$$

şeklinde oluşturulur. En Küçük Kareler yönteminde $\text{Var}(Y) = \text{Var}(e) = R$ ve $R = I\sigma_e^2$ olarak yazılabilir. Orhan ve Okut (1996), bildirdiğine göre EKK yöntemine göre parametre tahmini,

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + G^{-1} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} b \\ u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'Y \\ Z'Y \end{bmatrix}$$

eşitliği ile yapılmaktadır. EKK eşitliğinde \hat{b} ve \hat{u} parametreleri için çözüm yapıldığında,

$$\begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + G^{-1} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X'Y \\ Z'Y \end{bmatrix}$$

olur. \hat{u} ve \hat{b} şansa bağlı ve sabit etkilerin parametre tahminleyicisidir. EKK yönteminde bu parametrelerin varyansları,

$$\sigma^2_u = \frac{\sum_i n_i (Y_{i.} - \bar{Y}_{..}) - (p-1)\sigma^2_e}{\left(N - \sum_i n_i^2 / N \right)}$$

$$\sigma^2_e = \frac{\sum_i \sum_j (Y_{ij} - \bar{Y}) - (p-1)\sigma^2_e}{(N - p)}$$

eşitlikleriyle yapılmaktadır.

2.2.2. Minimum Varyanslı Kuadratik Sapmasız Tahmin (MIVQUE) Yöntemi

MIVQUE yöntemi, Rao (1971) tarafından geliştirilmiştir. Yöntem karışık modellere uygulanabilmektedir. Sapmasızdır ve değişmezlik özelliği vardır. Fakat negatif tahmin verebilmektedir.

Yukarıda tanımlanan modeldeki \hat{b} ve \hat{u} Henderson'ın karışık model eşitliklerine göre çözülebilmektedir ki, bu eşitlikler aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{u}_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \hat{u}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'X & X'Z_1 & \dots & X'Z_s \\ Z_1'X & Z_1'Z_1 + l\alpha_1 & \dots & Z_1'Z_s \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ Z_s'X & Z_s'Z_1 & \dots & Z_s'Z_s + l\alpha_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X'Y \\ Z_1'Y \\ \cdot \\ \cdot \\ Z_s'Y \end{bmatrix}$$

$$C_r = \begin{bmatrix} c_{00} & c_{01} & \dots & c_{0s} & X'Y \\ c_{01} & c_{11} & \dots & c_{1s} & Z_1'Y \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ c_{0s} & c_{1s} & \cdot & c_{ss} & Z_s'Y \end{bmatrix}$$

$\alpha_i = \sigma^2_i / \sigma^2_e$ dir.

Bu eşitliklerde kuadratik forma ihtiyaç vardır ki bu form şu şekilde yazılabilir.

$$\hat{u}_i' \hat{u}_i \text{ ve } Y'Y - \hat{b}'X'Y - \sum_i \hat{u}_i Z_i' Y \text{ şeklindedir.}$$

En küçük kareler ve karışık model eşitliklerinin sağ yan elemanları olarak $r = W'Y$ alındığı taktirde;

$$V(r) = V(W'Y) = \sum_i W_i' V_i \sigma^2_i = \sum_i M_i \sigma^2_i \text{ olur.}$$

Buradan;

$$\hat{u}_i = (c_{0i} \quad c_{i1} \quad \dots \quad c_{is}) r = c_{ir} \text{ ve}$$

$$\hat{u}_i' \hat{u}_i = r' C_i' C_i r \text{ olur.}$$

$$E(\hat{u}_i' \hat{u}_i) = \sum_i tr(C_i' C_i M_j) \sigma^2_j \text{ şeklinde yazılabilir.}$$

2.2.3. Maksimum Olabilirlik (ML) Yöntemi

Hartley ve Rao (1967), tarafından karışık modellerin çözümü için Maksimum Olabilirlik (ML) tahminleme yöntemi geliştirilmiştir. Yöntem MIVQUE yöntemindeki linear modeli kullanmaktadır.

ML tahminleri yeterli, kararlı, etkin ve asimtotik normal olduğu için, bu varsayımları tam karşılamayan tahminleme metodlarından daha güçlüdür. Sabit etkilerden kaynaklanan serbestlik derecesinin kaybından fazla etkilenmez. Fakat sabit etkilerin fazla olduğu denemelerde sapmasız tahminleme yapmak zor olmaktadır. ML metodu ile hem iç-içe hem de çapraz sınıflandırmalara ait denemelerde σ^2_e tahminlemesi yapılabilir (Gill, 1978).

\hat{b} ve \hat{u} 'nun tahminleri MIVQUE yöntemindeki gibi aynı karışık model eşitliklerini kullanmaktadır. Ancak σ^2_i ve σ^2_e 'nin tahminleri aşağıdaki formüllerden yapılmaktadır.

$$\sigma^2_e = (Y'Y - \hat{b}'X'Y - \hat{u}'Z'Y) / N$$

$$\sigma^2_i = \left(\hat{u}_i' \hat{u}_i + \sigma^2_e tr(c_{ii}) \right) / q_i$$

Yukarıdaki işlemler en çok 5. iterasyona kadar devam ettirilir. α_i değeri olarak bir önceki tahmindeki değer alınır. Bir önceki tahminler ile bir sonraki tahminler birbirine yaklaşınca iterasyon işlemi durdurulur.

2.2.4. Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik (REML) Yöntemi

REML yöntemi de ML yöntemi gibi MIVQUE yöntemindeki aynı karışık model eşitliklerini kullanmaktadır. ML ve REML yöntemleri, çözümleri iterasyon yoluyla yapabilirler. İterasyon işlemlerine araştırmacının kabul edebileceği bir yaklaşma kriteri ölçüsünde devam edilmekle birlikte, 1. ve 5. iterasyon çözüm için yeterli olabilir. I değeri

olarak bir önceki tahmindeki değer alınabilir. Bir önceki iterasyon değeri ile bir sonraki iterasyon değeri birbirine yaklaşıncaya iterasyon işlemi durdurulur.

REML yönteminin özelliklerini şu şekilde özetleyebiliriz (Kayaalp vd., 1992a);

-Dengeli verilerde gerek REML yöntemi gerekse varyans analizi yöntemi aynı sonuçları vermektedir. Dengesiz verilerde ise sonuçlar farklı olmaktadır.

-Verilerin normal dağılışı gösterdiği varsayılmaktadır.

-Bu yöntem sabit etkilerin serbestlik dereceleri hesaba dahil edildiğinden ML'ye tercih edilmektedir,

-Yöntem, negatif olmayan tahminler vermektedir.

REML yönteminde \hat{b} ve \hat{u} 'ların tahmini MIVQUE ve ML yöntemlerindeki gibi karışık model eşitliklerinden hesaplanmaktadır. Bu yöntemle σ^2_e ve σ^2_c nin tahminleri ise aşağıdaki formülden yararlanılarak hesaplanmaktadır.

$$\sigma^2_e = \frac{(Y'Y - b'X'Y - u'Z'Y)}{(N - r(x))}$$

$$\sigma^2_i = \left(u_i' u_i + \sigma^2_e tr(c_{ii}) \right) / q_i$$

Yukardaki eşitliklerden de görüleceği gibi bu yöntemin ML yönteminden belirgin olarak farkı, σ^2_e değeri bu yöntemle hesaplanırken X matrisinin rankı paydadaki N değerinden çıkartılmaktadır. Halbuki ML yönteminde direkt N değerine bölünerek hesap edilmektedir.

Eşitliklerde;

N= Toplam gözlem sayısı,

q_i = Şansa bağlı faktörün seviye sayısı,

c_{ii} =C matrisinin inversine ait i. satır ve i. sütun elemanıdır,

tr = Matriste diyagonal elemanların toplamı,

$r(x)$ = X matrisinin rankını, q_i ise şansa bağlı faktörün seviye sayısını göstermektedir.

Teorileri hakkında kısaca bilgi verilen bu yöntemlerden En Küçük Kareler (EKK) yöntemi, Harvey (1987) paket programı, Minimum Varyanslı Kuadratik Sapmasız Tahmin (MIVQUE), Maksimum Olabilirlik (ML) ve Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik (REML) yöntemleri ile varyans komponentlerinin tahminlenmesi SAS (1996) program paketinde yer alan VARCOMP prosedürü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tahmin edilen varyans unsurlarının yöntemler arası karşılaştırmalarında ise Bartlett homojenlik testi ve F testleri kullanılmıştır (Yıldız ve Bircan, 1991). Ayrıca yöntemler arası karşılaştırmalarda Swallow ve Monahan (1984)'in kritik değerleri dikkate alınmıştır.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1. Varyans Unsurları Tahminleri

Kuzuların büyüme ve gelişme özellikleri olarak incelediğimiz doğum ağırlığı, sütten kesim ağırlığı, sütten kesime kadarki günlük canlı ağırlık artışı, mera sonu ağırlığı ve meradaki günlük canlı ağırlık artışı için EKK, MIVQUE, ML ve REML metodları ile tahmin edilen baba ve hataya ait varyans unsurları, toplam varyasyondaki nispi payları ve σ_s^2 / σ_e^2 değerleri Tablo 1’de sunulmuştur.

Hesaplanan varyansların metodlara göre farklılıkları test edilmiş ve verim özelliklerinde metodların birbirinden farksız (homojen) varyans unsurları tahmini verdikleri görülmüştür.

Swallov ve Monaham (1984)’ın kriter değerleri esas alınarak yöntemler karşılaştırıldığında ise ML yöntemi ile diğer yöntemlerden daha etkin tahminler elde edildiği görülmektedir.

Yöntemler arasında karar verirken ışık tutması için herbir varyans unsurunun toplam varyasyondaki paylarına baktığımızda, REML yöntemi ile tahmin edilen hata varyansının diğer yöntemlerle tahmin edilen hata varyanslarından daha düşük olduğu görülmektedir.

Yapılan varyans unsurları tahminlerinde genellikle yöntemler arasında istatistiki bir farklılık görülmemiştir. Genel olarak baktığımızda tüm verim özelliklerinde ML metodunun diğer metotlardan daha küçük hata varyansı tahmini verdikleri söylenebilir. Smith ve Savage (1992) diğer metotların ML yöntemi ile elde edilen sonuçlara benzerliğini verilerin dengeli olmasına bağlamışlardır. Çünkü dengesiz veri setlerinde karışık model uygulamalarında REML ve MIVQUE tahminlerinin EKK sonuçlarına eşit olması beklenemez REML metodu ile tahminlenen hata varyansının toplam varyansdaki payının diğer metotlardan daha küçük olduğu tespit edilmiştir. Fakat ML metodunun karışık modellerde kullanılmasını sınırlayan unsurlar bulunmaktadır. Çünkü modelde çok fazla sabit faktörün bulunması durumunda ML tahminleyicileri sapmasız olmamaktadır. Sabit faktörlere ait etkilerin fazla olduğu karışık modellerde ML yerine REML metodu önerilmektedir. REML yönteminde sabit etkilere ait serbestlik derecesi dikkate alındıktan sonra σ_e^2 ’nin tahmini yapılmaktadır. Bu sebepten dolayı REML’in daha sapmasız olduğu varsayılmaktadır (Harville, 1977; Scheaffer, 1988; Hensen, 1991).

Araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçlara paralel olarak ML ve REML metodlarının diğer metotlardan daha yansız tahminler verdiklerini bildiren çalışmalar olmasına rağmen, bazı araştırmacılar farklı sonuçlar bildirmişlerdir. Orhan (1992), Akbaş vd. (1993), ve Akbulut (1996) REML ve ML yöntemlerinin diğer yöntemlerden daha sapmasız sonuçlar verdiğini ifade etmişlerdir. Yine aynı araştırmacılar sabit faktörlere ait serbestlik derecesinin fazla olması durumunda REML yönteminin ML yöntemine tercih edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Buna karşılık Kayaalp ve Bek (1994) MIVQUE yönteminin, Fırat (1996) ise Bayesian yönteminin daha avantajlı olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 1. Büyüme ve Gelişme Özelliklerinin İvesilere Ait Çeşitli Metodlara Göre Varyans Unsurları Tahmin Sonuçları

Var. Unsurları	Doğum Ağırlığı		Sütten Kesim Kadar GCCA		Sütten Kesim Ağırlığı		Mera Sonu Ağ.		Meradaki GCCA	
	σ_s^2 ÖS	σ_e^2 ÖS	σ_s^2 ÖS	σ_e^2 ÖS	σ_s^2 ÖS	σ_e^2 ÖS	σ_s^2 ÖS	σ_e^2 ÖS	σ_s^2 ÖS	σ_e^2 ÖS
EKK	0.113	0.818	0.00005	0.0014	2.047	13.938	2.48	23.19	0.00001	0.0008
σ_s^2 / σ_e^2	12.1	87.9	3.4	96.6	12.8	87.2	9.7	90.3	0.4	99.6
T.V. Nisbi Payı (%)										
MIVQUE	0.091	0.836	0.00006	0.0013	1.990	13.986	2.153	23.47	0.00003	0.0008
σ_s^2 / σ_e^2	9.8	90.2	4.4	95.6	12.5	87.5	8.4	91.6	0.4	99.6
T.V. Nisbi Payı (%)										
ML	0.102	0.795	0.00004	0.0013	1.698	13.430	1.999	22.43	0.00001	0.0007
σ_s^2 / σ_e^2	11.4	88.6	2.6	97.4	11.2	88.8	8.2	91.8	0.4	99.6
T.V. Nisbi Payı (%)										
REML	0.132	0.824	0.00005	0.0014	2.084	13.94	2.565	23.27	0.00003	0.0008
σ_s^2 / σ_e^2	13.8	86.2	3.4	96.6	13.0	87.0	9.9	90.1	0.4	99.6
T.V. Nisbi Payı (%)										

ÖS=Önemersiz,

σ_s^2 =Babalar Arası Varyans

σ_e^2 =Hata Varyansı

Varyans unsurlarının pozitif ve sapmasız tahmin edilmesinin ıslah açısından çok önemli olduğu söylenebilir. Bu çalışmada böyle bir durumla karşılaşmamıza rağmen EKK ve MIVQUE yöntemleri negatif varyans tahmini verebilmektedirler. Bu ise bu iki yöntemin en dezavantajlı yanıdır. Bu durumda ML ve REML yöntemleri diğer iki yönteme tercih edilebilir. Fakat ML yönteminin karışık modelde kullanılmasını sınırlayan unsurlar bulunmaktadır. Modelde çok fazla sabit faktörün bulunması durumunda ML tahminleri sapmasız olmamaktadır. Bu nedenle sabit faktörlere ait etkilerin fazla olduğu karışık modellerde ML yerine REML yöntemi önerilmektedir. REML yöntemi sabit etkilere ait serbestlik derecesini dikkate aldıktan sonra σ_e^2 'yi tahmin ettiği için bu yöntemin daha sapmasız olduğu varsayılmaktadır.

3.2. Kalıtım Derecesi Tahminleri

EKK, Minimum Varyanslı Kuadratik Sapmasız Tahmin, Maksimum Olabilirlik ve Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik yöntemleri kullanılarak tahminlenen varyans unsurlarından, baba bir üvey kardeş benzerliğinden yararlanılarak kalıtım derecesi tahminleri yapılmıştır. İncelenen verim özelliklerine ait kalıtım dereceleri ve standart hataları Tablo 2'de sunulmuştur.

Kalıtım derecesi kesin bir rakamdan çok tahmindir. Birçok araştırmacı (Preston ve Willis, 1974; Düzgüneş ve Akman, 1985; Düzgüneş vd., 1987) aynı özellikler için birbirinden az çok farklı sonuçlar elde etmişlerdir. Bu parametre irka, sürüden sürüye, yıla ve yaş gibi etmenlere bağlı olarak değişmektedir.

Özellikler	Değişim	Yorum
Doğum ağırlığı	0.10-0.63	Yüksek
Sütten kesim ağırlığı	0.10-0.40	Düşük-Orta
1.yaş canlı ağırlığı	0.30-0.50	Yüksek
Canlı ağırlık kazancı		
Doğum-sütten kesim	0.15-0.40	Orta
Sütten kesim sonrası	0.20-0.50	Orta-Yüksek

Büyüme ve gelişme özellikleri için belirlediğimiz kalıtım derecelerinin bazıları literatürde aynı dönemler için bildirilen değerlerle genelde uyum sağlamış, bazıları ise literatür değerlerinden daha düşük olarak tahmin edilmiştir (Köprücü vd., 1976; Düzgüneş vd., 1987; Baş, 1990; Kaymakçı ve Sönmez, 1996). ML metodu ile tahmin edilen kalıtım derecelerinin standart hataları diğer metodlarla tahminlenen değerlerden daha düşük olarak belirlenmiştir. Kalıtım decesinde standart hatanın küçük olması önemli bir özelliktir. Islah programlarında kullanılacak kalıtım derecelerinin küçük standart hataya sahip olması istenir. Populasyonlara ait değerlere genel olarak parametre denir. Kalıtım dereceside bir parametredir. Fakat çoğunlukla belli sayıdaki hayvan gruplarından, yani örnekten hesaplanır. Her örnek değerini yani istatistiğini ise bir standart hatası vardır. Bu hata küçüldükçe istatistik parametreye yaklaşır (Düzgüneş vd., 1987).

Varyans unsurlarının pozitif ve sapmasız tahmin edilmesinin ıslah açısından çok önemli olduğu söylenebilir. Bu çalışmada böyle bir durumla karşılaşmamamıza rağmen EKK ve MIVQUE yöntemleri negatif varyans tahmini verebilmektedirler. Bu ise bu iki yöntemin en dezavantajlı yanıdır. Bu durumda ML ve REML yöntemleri diğer iki yönteme tercih edilebilir. Fakat ML yönteminin karışık modelde kullanılmasını sınırlayan unsurlar bulunmaktadır. Modelde çok fazla sabit faktörün bulunması durumunda ML tahminleri sapmasız olmamaktadır. Bu nedenle sabit faktörlere ait etkilerin fazla olduğu karışık modellerde ML yerine REML yöntemi önerilmektedir. REML yöntemi sabit etkilere ait serbestlik derecesini dikkate aldıktan sonra σ_e^2 'yi tahmin ettiği için bu yöntemin daha sapmasız olduğu varsayılmaktadır. Dört farklı yöntemle tahmin edilen varyans unsurları kullanılarak İvesi ve Morkaramanlar için üzerinde çalışılan verim özelliklerinin kalıtım dereceleri hesaplanmıştır. REML yöntemi ile tahmin edilen kalıtım derecelerinin, diğer yöntemlerle tahmin edilen değerlerden daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Fakat ML yöntemi ile tahminlenen kalıtım derecelerinin standart hataları diğer yöntemlerle tahmin edilen değerlerden daha küçüktür. Genellikle tahminlenen kalıtım derecesinin standart hatasının küçük olması istenir. Çünkü standart hata küçüldükçe tahmin değerinin parametreye yaklaştığı kabul edilir.

Tablo 2. İvesilerin Büyüme ve Gelişme Özelliklerine Ait Tahmin Edilen Kalıtım Dereceleri ve Standart Hataları

	Doğum Ağırlığı		Süt. Kes. Kadar GCAA		Sütten Kesim Ağırlığı		Mera Sonu Ağırlığı		Meradaki GCAA	
	h^2	S_{h^2}	h^2	S_{h^2}	h^2	S_{h^2}	h^2	S_{h^2}	h^2	S_{h^2}
EKK	0.485	0.235	0.138	0.119	0.512	0.243	0.386	0.205	0.015	0.070
MIVQUE	0.393	0.206	0.176	0.132	0.498	0.239	0.336	0.188	0.015	0.070
ML	0.455	0.226	0.105	0.099	0.449	0.224	0.327	0.185	0.016	0.071
REML	0.552	0.255	0.138	0.119	0.520	0.245	0.397	0.207	0.015	0.070

h^2 =Kalıtım derecesi

S_{h^2} =Kalıtım derecesinin standart hatası

KAYNAKLAR

- Akbaş, Y., Settar, P. and Türkmüt, L., 1993, Kanatlılarda Yumurta Verimi Özellikleri İçin Dört Farklı Varyans Komponent Tahminleme Yönteminin Karşılaştırılması. Uluslararası Tavukçuluk Kongresi'93, 13-14 Mayıs, İstanbul.
- Akbulut, Ö., 1996, Esmer Sığır Irklarında ML, REML, MINQUE Metodları İle Süt Verim Özellikleri İçin Varyans Unsurları ve Kalıtım Derecesi Tahminleri. Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences, 20(6), 461-465.
- Baş, S., 1990, Merinos ve Morkaraman Kuzularının Verim Özelliklerine Etkili Çevre Faktörlerinin ve Bu Özelliklere Ait Genetik ve Fenotipik Parametrelerin Tahmininde Farklı Modellerin Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Zootečni Böl. Erzurum, (yayınlanmamış).
- Crump, S.L., 1946, The Estimation of Variance Components in Analysis of Variance. Biometrics. 2, 7-11.
- Düzgüneş, O. ve Akman, N., 1985, Varyasyon Kaynakları. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları:954, Ders Notu:14, Ankara, s 105.
- Düzgüneş, O., Eliçin, A. ve Akman, N., 1987, Hayvan Islahı. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları:1003, Ders Notu:29, Ankara.
- Gill, J., 1978, Design and Analysis of Experiments in the Animal and Medical Sciences. Vol:1, 2, 3. The Iowa State University Press. Ames. Iowa, USA.
- Falconer, D. S., 1989, Introduction to Quantitative Genetics, 3rd ed. John Wiley and Sons, New York.
- Fırat, M.Z., 1996, A Comparison of Analysis of Variance, Maximum Likelihood and Bayesian Methods for The Estimation of Variance Components. 3rd Balkan Conference on Operational Research. 16-19 October, Greece.
- Hartley, H. O. and Rao, J. N. K., 1967, Maximum Likelihood Estimation for The Mixed Model Analysis of Variance Model. Biometrika, 54: 93-98.
- Harvey, W.R., 1960, Least-squares Analysis of Data with Unequal Subclass Numbers, Agric. Res. Ser., USDA, ARS., 20-8.
- Harvey, W. R., 1987, User's Guide for LSMLMW Mixed Model Least-squares and Maximum Likelihood General Purpose Program, Ohio State Univ., Columbus, USA. Henderson, C.R., 1953, Estimation of Variance and Variance Components. Biometrics. 9 (2), 226-252.
- Harville, D. A., 1977, Maximum Likelihood Approaches to Variance Component and to Related Problem. Journal of American Statistical ASS., 72, 320-340
- Hensen, J., 1991, Linear Model Methods. Ders Notları, University of Minnesota.
- Henderson, C.R., 1986, Recent Development in Variance and Covariance Estimation. J. Anim. Sci., 63, 208-216.
- Kayaalp, T., Cebeci, Z. ve Bek, Y., 1992a, Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik (REML) Yöntemi ile Varyans Unsurlarının Tahmini. D.İ.E. Matematik Derneği Araştırma Sempozyumu'92. 23-25 Kasım, Ankara.
- Kayaalp, T., Cebeci, Z. ve Bek, Y., 1992b, Henderson 1, Henderson 2 ve Henderson 3 Yöntemi İle Varyans Unsurlarının Tahmini. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 7(1), 113-128.
- Kayaalp, G. T. ve Bek, Y., 1994, Varyans Unsurları Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 9(2), 127-142.
- Kaymakçı, M. ve Sönmez, R., 1996, İleri Koyun Yetiştiriciliği. Bornova, İzmir, s 109-120.
- Köprücü, E., Vanlı, Y. ve Özsoy, M. K., 1976, Çevre ve Genetik Parametrelerin Tahmin Metodları. Ders Notları, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl., Erzurum.
- LaMotte, L.R., 1978, A Class of Estimators of Variance Components. Techn. Report 10, University of Kentucky.
- Li, S. and Klotz, J. H., 1978, Components of Variance Estimation for The Splitplot Design. JASA, 73:147-152.
- Preston, T. R. and Willis, M. B. 1974, Intensive Beef Production. Second Edition. Pergamon Press, Paris-Fransa, p 108-130.
- Rao, C. R., 1971, Estimation of Variances and Covariance Components- MINQUE Theory. Journal of Multivariate Analysis. 1, 257-275.
- Rao, C. R., 1972, Estimation of Variance Covariance Components in Linear Models. JASA, 67:112-115.

SAS Institute, 1996, SAS Institute Inc., NC, USA.

Scheaffer, L. R., 1988, Linear Models. U. of Guelp, Guelp Ontaria, Canada.

Searle, R. S., 1991, C. R. Henderson, the Statistician; and his Contributions to Variance Components Estimation. SYMPOSIUM: The Legacy of C.R. Henderson. J. Dairy Sci., 74, 4035-4044.

Swallow, W.H. and Monahan, J.F., 1984, Monte Carlo Comparison of ANOVA, MIVQUE, REML and Estimators of Variance Components. Technometrics, 26(1), 47-57.

Yıldız, N. ve Bircan, H., 1991, Araştırma ve Deneme Metodları. Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No:305, s 46.