


Genetik Parametre Tahmininde Kovaryans Faktörün Kullanılması

Using Covariance Factor in Genetic Parameter Estimation

Ömer ELTAS¹ 
Mehmet TOPAL² 

¹Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyometri Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye

²Amasya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı, Amasya, Türkiye

öz

Bu çalışmada, genetik parametre tahmininde sıkça kullanılan yöntemlerden REML, MINQUE ve MIVQUE yöntemlerinin, modele kovaryans faktör dahil edildiği durumda varyans unsurları tahminindeki etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada simülasyon ile elde edilen, dengeli ve normal dağılımlı veriler kullanılmıştır. Varyans unsurları tahmininde hem sabit hem de şansa bağlı faktörlerin bulunduğu karışık model kullanılmıştır. Süt verimi için kuruda kalma süresi, doğum ağırlığı için ananın canlı ağırlığı kovaryeteler olarak belirlenmiştir. Yöntemlerle elde edilen varyans unsurlarının karşılaştırılmasında, çevre varyansının küçük olması ve çevre varyansının toplam varyansa oranının küçük olması kriterleri esas alınmıştır. Yöntemler karşılaştırıldığında, kovaryetenin modele dahil edildiği durumda hem süt verimi için hem de doğum ağırlığı için en iyi sonuçlar MINQUE yöntemi ile elde edilmiştir. Fakat MINQUE yöntemi ile negatif varyans unsuru elde edilmiştir. MIVQUE yönteminde kovaryetenin modele dahil edilmesi sonucunda çevre varyansının artması, bu yöntemin olumsuz tarafı olarak tespit edilmiştir. Karışık modele kovaryans faktörlerin dahil edildiği ve edilmediği durumlarda, dengeli ve normal dağılımlı verilerde genetik parametre tahminlenirken REML yönteminin sonuçlarının MINQUE ve MIVQUE yöntemlerine göre daha iyi ve güvenilir sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kovaryans faktör, genetik parametre tahmini, karışık model, varyans unsurları tahmin yöntemleri

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the efficiency of REML, MINQUE and MIVQUE methods, which are frequently used methods in estimating genetic parameters, in the estimation of variance components when the covariance factor is included in the model. Balanced and normally distributed data obtained by simulation were used in the study. A mixed model with both fixed and chance factors was used in the estimation of variance components. Dry period for milk yield and dam's live weight for birth weight were determined as covariates. In comparing the variance components obtained by the methods, the criteria of having a small environmental variance and a small ratio of environmental variance to total variance were taken as basis. When the methods were compared, the best results for both milk yield and birth weight were obtained with the MINQUE method when the covariate was included in the model. However, the negative variance was obtained with the MINQUE method. In the MIVQUE method, the increase in environmental variance as a result of the inclusion of the covariate in the model was determined as the negative side of this method. In cases where covariance factors were included or not included in the mixed model, the results of the REML method were found to be better and more reliable than the MINQUE and MIVQUE methods when estimating the genetic parameter in the balanced and normally distributed data.

Keywords: Covariance factor, genetic parameter estimation, mixed model, variance components estimation methods

*Bu makale Ömer ELTAS'ın doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

Geliş Tarihi/Received: 26.10.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 23.12.2021

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Ömer ELTAS
E-posta: omer.eltas@atauni.edu.tr

Atıf: Eltas Ö, Topal M. Genetik Parametre Tahmininde Kovaryans Faktörün Kullanılması. *Vet Sci Pract.* 2022; 17(1), 1-5.

Cite this article: Eltas Ö, Topal M. Using covariance factor in genetic parameter estimation. *Vet Sci Pract.* 2022; 17(1), 1-5.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

GİRİŞ

Günümüzdeki artan popülasyonun gıda ihtiyacını karşılamak için tarım alanlarının artırılması çevre üzerinde baskı oluşturmaktadır. Bu nedenle tarımda birim başına verimliliğinin artırılması her geçen gün daha fazla önem arz etmektedir. Birçok araştırma yapılarak hayvanların özelliklerinin geliştirilmesi, verimlerinin artırılması ve bu sayede hayvanlardan daha fazla faydalanılması amaçlanmıştır. Hayvan verimlerinin gelecek jenerasyonda artırılması için yapılan bu çalışmalar ıslah çalışmaları olarak değerlendirilir.¹

Hayvanların genetik özelliklerinin ıslahında iki temel yöntem vardır. Bunlardan biri seleksiyon diğeri de melezlemedir. Melezleme yönteminde

farklı ırklar birleştirilerek veriminin artırılması amaçlanır. Seleksiyonda ise yüksek verimli fertlerden yüksek verimli yavruların elde edilmesi amaçlanır.

Hayvanların genetik yapılarındaki farklılıklara dayanarak seleksiyon, genetik olarak ilerlemeyi amaçlamaktadır.¹ Fakat ekonomik olarak önemli olan karakterlerin verimi, ana ve babadan gelen genlerle birlikte çevreye de bağlıdır.² Çevreden kaynaklanan varyasyon bir hata kaynağı olup, genetik araştırmaları ve seleksiyonun doğruluk derecesini etkiler.³ Yani, hayvanın genotipi ne kadar iyi olsa da, çevre şartları iyileştirilmeden verim kapasitesine ulaşamaz. Yine çevre şartları da ne kadar iyi olursa olsun, hayvanın genetik yapısının sınırladığı verim seviyesini aşmak da mümkün değildir.

Hayvan ıslahında kullanılan genetik özelliklere ait istatistikler genetik parametreler olarak adlandırılmaktadır. Kullanılan bu genetik parametreler kalıtım derecesi, tekrarlanma derecesi, genetik korelasyon ve grup içi korelasyondur.

Varyans unsurları belirlenerek genetik parametreler tahminlenir. Varyansa sebep olan faktörler belirlenerek bunların toplam varyanstaki payları ve hesaplanamayan çevre faktörlerinden ileri gelen hata varyansı tahminlenir. Tahminlenen bu varyanslardan genetik parametreler belirlenir.⁴

Varyans unsurları hesaplanırken 3 farklı model kurulabilir. Bunlar; sadece sabit faktörlerin bulunduğu Sabit model, sadece şansa bağlı faktörlerin bulunduğu Şansa bağlı model ve hem sabit hem de şansa bağlı faktörlerin birlikte bulunduğu Karışık modellerdir.⁵⁻⁹

Varyans unsurlarının tahmininin hayvan ıslahındaki önemi şu şekilde sıralanabilir;

1. Hayvanların gerçek verim kabiliyetlerinin, baba ve bunların kızlarının genetik değerlerinin tahmini,
2. Varyasyon kaynaklarının belirlenmesi,
3. Progeny test programlarının oluşturulması,
4. Genetik X Genetik, Genetik X Çevre, Çevre X Çevre interaksyonlarının hesaplanması,
5. Seleksiyon indekslerinin oluşturulması,
6. Fenotipik ve çevre korelasyonlarının tahmini,
7. İslah programlarının planlanması,
8. Kantitatif özelliklerde genetik mekanizmanın yorumu.¹⁰⁻¹²

Varyans unsurlarının tahmininde varyans analizi (ANOVA), Minimum Varyans Kuadratik Sapmasız Tahmin (MIVQUE), Minimum Norm Kuadratik Sapmasız Tahmin (MINQUE), En Yüksek Olabilirlik (ML), Kısıtlanmış En Yüksek Olabilirlik (REML), Henderson I, II, III gibi yöntemler bulunmakta olup, karışık modellerde çoğunlukla REML yöntemi kullanılmaktadır.^{13,14}

REML ve ML yöntemi normal dağılım gösteren veriler için kullanılırken, MINQUE yöntemi dağılım varsayımlarına dayanmadan varyans ve kovaryans bileşenlerini tahmin etmek için geliştirilmiştir.¹⁵

REML yöntemi MIVQUE ve ML'dan türetilebilir. REML yöntemi iteratif bir yöntemdir. Sabit etkilerinden kaynaklanan sapma bu yöntem ile yok edilmektedir.¹⁶⁻²⁰

Bu çalışmanın amacı dengeli ve normal dağılım gösteren verilerde karışık model kullanılarak, kovaryans faktörün modele dahil edildiği ve edilmediği durumlarda varyans unsurlarını REML, MIVQUE ve MINQUE yöntemleri ile tahminlemektir. Varyans unsurlarının tahmininde sıkça kullanılan bu yöntemlerde, modele kovaryatenin dahil edilmesinin etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal olarak simülasyon ile elde edilen veriler kullanılmıştır. Örnek büyüklüğü, 25 baba ve 50 anadan elde edilen 250 ineğin her birinin 4 doğum kaydı olmak üzere 1000 olarak belirlenmiştir. Gerçek gözlemlere yakın değerler bulmak için, Cura²¹ tarafından yapılan çalışmada bulunan istatistikler (ortalama ve standart sapma), veri seti oluşturmak için kullanılmıştır. Adı geçen bu çalışmada, Trakya Bölgesi'ndeki Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği'ne bağlı işletmelerden alınan, 296 775 baş siyah alaca ırkı sığira ait 677 289 verim kaydı değerlendirilmiştir. Yapılan diğer çalışmalara nazaran bu çalışmadaki örnek büyüklüğünün daha yüksek olması, bu çalışmadan elde edilen istatistiklerin kullanılmasının daha uygun olacağı kanaatine varılmıştır.

Kovaryans faktörün modele dahil edilebilmesi için bağımlı değişken ile ortak değişkenler arasındaki korelasyon katsayısının 0,3'ten büyük olması gerekmektedir. Bu varsayımı sağlamak için değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı (r) '0,5' olarak alınmıştır. Bu istatistiklere göre varyans-kovaryans matrisi hesaplanmış ve bu matrise göre veri seti oluşturulmuştur.

Yöntem

Varyans unsurları

Varyans bileşenlerinin hesaplanmasında hem sabit faktörlerin hem de şansa bağlı faktörlerin bulunduğu karışık model kullanılmış olup laktasyon, doğum ayı ve doğum yılı sabit faktörler iken ana, baba ve bireyin etkisi şansa bağlı faktörler olarak kullanılmıştır. Süt verimi için kuruda kalma süresi (KKS), doğum ağırlığı için ise ananın canlı ağırlığı (Canlı ağırlık) ortak değişken olarak belirlenmiş olup kovaryans faktörün dahil edildiği durumda varyans unsurları bu şekilde hesaplanmıştır. Yapılan çalışmalarda KKS'nin süt verimine²², ananın canlı ağırlığının da doğum ağırlığına²³ etkilerinin istatistiksel açıdan önemli oldukları belirtilmiştir. Yine yapılan bazı çalışmalarda^{24,25} KKS'nin süt verimini etkileyen makro çevre faktörlerinden biri olduğu bildirilmiştir. Yapılan bir tez çalışmasında²⁶, ana ağırlığı ile doğum ağırlığı arasında önemli bir korelasyonun olduğu bildirilmiştir.

Süt verimi değişkenine ait varyans değeri çok büyük olduğundan ve hesaplamalarda kolaylık sağlaması için, süt verimi değişkeni 1000'e bölünerek varyans unsurları hesaplanmıştır.

Veri setinde tüm alt gruplarda gözlem sayıları eşit olduğundan dolayı veriler dengelidir. Birey modeliyle varyans unsurları tahminlenmiştir. Modelin matris notasyonu;

$Y = Xb + Zu + e$ şeklinde olup modelde yer alan terimler;

Y: Nxl boyutlu gözlem vektörü,

X: Nxq boyutlu ve rankı q olan sabit etkilere ait desen matrisi,

Z: Nxr boyutunda ve rankı r olan şansa bağlı etkilere ait desen matrisi,

b: qxl boyutunda sabit etkiler vektörü,

u: rxl boyutunda şansa bağlı etkilerin vektörü,

e: hata terimi olup, ortalaması sıfır ve varyans-kovaryans matrisi Σ 'dir.

Varyans unsurları yöntemlerinin kıyaslamasında hata varyansını minimum tahmin eden yöntem, en iyi yöntem olarak açıklanmaktadır.^{12,27} Ancak, varyans bileşenlerinin toplam varyasyondaki oranı, yöntemlerin kıyaslanmasında diğer önemli bir ölçüt olarak alınmakta ve hatanın toplam varyasyondaki oranının küçük olması istenmektedir.²⁸ Her iki yöntemle de karşılaştırmalar yapılmıştır.

Varyans unsurları tahminleri için REML ve MIVQUE yöntemleri SAS 9.4 paket programında MIXED prosedürü kullanılmıştır. SAS paket programında bulunmayan, varyans unsurları tahmin metodlarından olan MINQUE yöntemi için SPSS versiyon 18 (Statistical Package for the Social Sciences Inc., Chicago, IL, ABD) paket programında GLM prosedürü kullanılmıştır.

BULGULAR

Bu çalışma için simülasyon ile elde edilen süt verimi, doğum ağırlığı, ananın canlı ağırlığı ve kuruda kalma süreleri değişkenlerine ait ortalama ve standart hataları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1'de simülasyon ile elde edilen süt verimi değişkeninin ortalaması 5650,04 litre standart hatası 43,34, doğum ağırlığının ortalaması 39,99 kg standart hatası 0,19, ananın canlı ağırlığı

Tablo 1. Bağımlı değişkenler ve kovaryetelere ait tanımlayıcı istatistikler

	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Süt Verimi	1000	5650,043 ± 43,335
Doğum Ağırlığı	1000	39,986 ± 0,186
Canlı Ağırlık	1000	500,588 ± 3,467
KKS	1000	56,161 ± 0,408

KKS, Kuruda Kalma Süresi

Tablo 2. REML yöntemine göre süt verimi için varyans unsurları tahminleri

Kaynaklar	Kovaryans Faktör Yok	Kovaryans Faktör Var
σ_g^2	0,6500	0,6879
σ_e^2	0,7123	0,7104
σ_p^2	1,3623	1,3983
h^2	0,4800 ± 0,033	0,4900 ± 0,033

 σ_g^2 , Genotipik Varyans; σ_e^2 , Çevre Varyansı; σ_p^2 , Fenotipik Varyans; h^2 , Kalıtım Derecesi**Tablo 3. MINQUE yöntemine göre süt verimi için varyans unsurları tahminleri**

Kaynaklar	Kovaryans Faktör Yok	Kovaryans Faktör Var
σ_g^2	0,6520	1,2870
σ_e^2	0,7120	0,6760
σ_p^2	1,3580	1,9630
h^2	0,4801 ± 0,033	0,6556 ± 0,026

 σ_g^2 , Genotipik Varyans; σ_e^2 , Çevre Varyansı; σ_p^2 , Fenotipik Varyans; h^2 , Kalıtım Derecesi**Tablo 4. MIVQUE yöntemine göre süt verimi için varyans unsurları tahminleri**

Kaynaklar	Kovaryans Faktör Yok	Kovaryans Faktör Var
σ_g^2	0,6507	0,6626
σ_e^2	0,7163	0,7218
σ_p^2	1,3670	1,3844
h^2	0,4760 ± 0,033	0,4786 ± 0,033

 σ_g^2 , Genotipik Varyans; σ_e^2 , Çevre Varyansı; σ_p^2 , Fenotipik Varyans; h^2 , Kalıtım Derecesi**Tablo 5. REML yöntemine göre doğum ağırlığı için varyans unsurları tahminleri**

Kaynaklar	Kovaryans Faktör Yok	Kovaryans Faktör Var
σ_g^2	1,2358	0,5945
σ_e^2	25,0561	22,8315
σ_p^2	26,2919	23,4260
h^2	0,0470 ± 0,028	0,0250 ± 0,027

 σ_g^2 , Genotipik Varyans; σ_e^2 , Çevre Varyansı; σ_p^2 , Fenotipik Varyans; h^2 , Kalıtım Derecesi**Tablo 6. MINQUE yöntemine göre doğum ağırlığı için varyans unsurları tahminleri**

Kaynaklar	Kovaryans Faktör Yok	Kovaryans Faktör Var
σ_g^2	1,4050	2,7430
σ_e^2	25,0700	22,7430
σ_p^2	26,4750	25,4860
h^2	0,0531 ± 0,028	0,1076 ± 0,031

 σ_g^2 , Genotipik Varyans; σ_e^2 , Çevre Varyansı; σ_p^2 , Fenotipik Varyans; h^2 , Kalıtım Derecesi**Tablo 7. MIVQUE yöntemine göre doğum ağırlığı için varyans unsurları tahminleri**

Kaynaklar	Kovaryans Faktör Yok	Kovaryans Faktör Var
σ_g^2	1,3479	0,5709
σ_e^2	25,0635	23,0410
σ_p^2	26,4114	23,6119
h^2	0,0510 ± 0,028	0,0242 ± 0,027

 σ_g^2 , Genotipik Varyans; σ_e^2 , Çevre Varyansı; σ_p^2 , Fenotipik Varyans; h^2 , Kalıtım Derecesi

ortalaması 500,59 kg standart hatası 3,47 ve kuruda kalma süresinin ortalaması 56,16 gün standart hatası 0,41 olarak tespit edilmiştir.

Süt verimine ait varyans unsurları tahminleri hem kovaryans faktör olduğu durumda hem de kovaryans faktör olmadığı durumda tahminlenmiştir. Varyans unsurları tahminleri için REML, MINQUE, MIVQUE metotları kullanılmıştır. Süt verimi için kuruda kalma süresi değişkeninin modele kovaryete olarak dahil edildiği ve edilmediği durumlarda REML yöntemi kullanılarak elde edilen varyans unsurları sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Süt verimi için REML yöntemi ile elde edilen varyans unsurları sonuçlarına göre kovaryans faktörün modele dahil edilmesi ile genotipik varyans artmış ve çevre varyansı azalmıştır. Genotipik varyanstaki artış miktarı çevre varyansındaki azalma miktarından fazla olduğu için fenotipik varyans değeri de artmıştır. Kovaryetenin modele dahil edilmesi durumunda genotipik varyansın artması ve çevre varyansının azalması sonucunda kalıtım derecesi de artmıştır (Tablo 2).

Süt verimi için kuruda kalma süresi değişkeninin kovaryete olarak modele dahil edildiği ve edilmediği durumlarda MINQUE yöntemi kullanılarak yapılan analizler sonucunda elde edilen varyans unsurları Tablo 3'te verilmiştir.

Süt verimi için MINQUE yöntemi ile elde edilen varyans unsurları sonuçlarına göre kovaryans faktörün modele dahil edilmesi ile genotipik varyans artmış ve çevre varyansı azalmıştır. Genotipik varyanstaki artış miktarı çevre varyansındaki azalma miktarından fazla olduğu için fenotipik varyans değeri de artmıştır. Genotipik varyanstaki artış ve çevre varyansındaki azalma sonucunda kalıtım derecesi de artmıştır (Tablo 3).

MIVQUE yöntemi kullanılarak, süt verimi için kuruda kalma süresi değişkeninin kovaryete olarak modele dahil edildiği ve edilmediği durumlarda yapılan analizler sonucunda elde edilen varyans unsurları Tablo 4'te verilmiştir.

Süt verimi için MIVQUE yöntemi ile elde edilen varyans unsurları sonuçlarına göre kovaryans faktörün modele dahil edilmesi genotipik varyans ve çevre varyansını arttırmıştır. Bu artışlardan dolayı fenotipik varyans değeri de artmıştır. Genotipik varyanstaki artış oranı, çevre varyansındaki artış oranına kıyasla daha fazla olduğu için kalıtım derecesi de artmıştır (Tablo 4).

Doğum ağırlığı üzerine varyans unsurları tahminlemesinde, kovaryans faktör olarak ananın canlı ağırlığı modele dahil edilmiştir. Doğum ağırlığı için canlı ağırlık değişkeninin kovaryete olarak modele dahil edildiği ve edilmediği durumlarda REML yöntemi kullanılarak elde edilen varyans unsurları sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Süt verimi için REML yöntemi ile elde edilen varyans unsurları sonuçlarına göre kovaryans faktörün modele dahil edilmesi ile genotipik varyans ve çevre varyansı azalmıştır. Çevre varyansındaki azalma miktarı genotipik varyanstaki azalma miktarından fazla olduğu için fenotipik varyans değeri de azalmıştır. Kovaryetenin modele dahil edilmesi durumunda çevre varyansındaki azalma oranının ve genotipik varyanstaki azalma oranına kıyasla daha fazla olması sebebiyle kalıtım derecesi de azalmıştır (Tablo 5).

Doğum ağırlığı için canlı ağırlık değişkeninin kovaryete olarak modele dahil edildiği ve edilmediği durumlarda MINQUE yöntemi kullanılarak elde edilen varyans unsurları sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Doğum ağırlığı için MINQUE yöntemi ile elde edilen varyans unsurları sonuçlarına göre kovaryans faktörün modele dahil edilmesi ile genotipik varyans artmış ve çevre varyansı azalmıştır. Çevre varyansındaki azalma ve genotipik varyansın artması sebebiyle

kalıtım derecesi artmıştır. Çevre varyansındaki azalma miktarı genotipik varyanstaki artış miktarından fazla olduğu için fenotipik varyans azalmıştır (Tablo 6).

Doğum ağırlığı için canlı ağırlık değişkeninin modele kovaryete olarak dahil edildiği ve edilmediği durumlarda MIVQUE yöntemi ile elde edilen varyans unsurları sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Doğum ağırlığı için MIVQUE yöntemi ile elde edilen varyans unsurları sonuçlarına göre kovaryans faktörün modele dahil edilmesi ile genotipik varyans ve çevre varyansı azalmıştır. Bu azalmalardan dolayı fenotipik varyans da azalmıştır. Genotipik varyanstaki azalma oranı çevre varyansına kıyasla daha fazla olduğu için kalıtım derecesi de azalmıştır (Tablo 7).

TARTIşMA

Süt verimi için elde edilen varyans unsurları sonuçlarında kovaryans faktörün modele dahil edilmediği durumda, REML ve MINQUE yöntemlerinde hem çevre varyansının küçük olması hem de çevre varyansının toplam varyansa oranının küçük olması kriterleri bakımından benzer sonuçlar elde edilmiş ve bu sonuçların MIVQUE yöntemi ile elde edilen sonuçlardan daha iyi olduğu tespit edilmiştir. KKS değişkeninin kovaryete olarak modele dahil edilmesiyle REML ve MINQUE yöntemlerinde çevre varyansı azalırken MIVQUE yönteminde çevre varyansı artmıştır. Kovaryetenin modele dahil edilmesinin amacı, kontrol edilemeyen çevre varyansının bir kısmının kovaryete aracılığıyla kontrol altına alınarak çevre varyansının azaltılmasıdır. Bu sebeple MIVQUE yönteminde kovaryetenin modele dahil edilmesi sonucunda çevre varyansının artması olumsuz bir sonuç olarak belirlenmiştir. Kovaryetenin modele dahil edildiği durumda elde edilen varyans unsurlarında her iki karşılaştırma kriterine göre MINQUE yöntemi ile REML yöntemine göre daha iyi sonuçlar elde edilmesine rağmen negatif varyans elde edilmiş olması, MINQUE yönteminin olumsuz bir sonucu olarak tespit edilmiştir.

Doğum ağırlığı için kovaryetenin modele dahil edilmediği durumda elde edilen varyans unsurlarında, çevre varyansının küçük olması kriteri bakımından en iyi sonuç REML yöntemi ile elde edilmişken, çevre varyansının toplam varyansa oranının küçük olması kriterine göre en iyi sonuç MINQUE yöntemi ile saptanmıştır. Canlı ağırlık değişkeni kovaryete olarak modele dahil edildiği durumda elde edilen varyans unsurlarında her iki karşılaştırma kriteri bakımından en iyi sonuçlar MINQUE yöntemi ile elde edilirken en kötü sonuçlar MIVQUE yöntemi ile belirlenmiştir.

Yöntemlerle elde edilen sonuçlardaki farklılıkların sebebi, yöntemlerin farklı metotlarla varyans unsurlarını tahmin etmesi ve farklı varsayımlar gerektirmeleridir. En Yüksek Olabilirlik (EYO) metodu sabit faktörlerin serbestlik derecesini dikkate almamakta ve normal dağılım gösteren verilerde daha tutarlı sonuçlar vermektedir. EYO metodunun normal olmayan dağılımlardaki sapması MIVQUE yöntemi ile giderilmiştir. Bu sebeple MIVQUE yöntemi normallik varsayımını gerektirmemekte ve parametre kestiriminde EYO metodunu kullanmaktadır. REML yöntemi de parametre kestirimi için MIVQUE yöntemi gibi EYO metodunu kullanmaktadır. EYO yönteminde parametrelere ait başlangıç değerleri girilmekte ve iterasyon yöntemi ile olabilirliğin maksimum olduğu noktadaki parametre kombinasyonu belirlenmektedir. Ayrıca dengesiz verilerde doğrusal modellerin kullanımına yönelik olarak geliştirilen EYO yöntemi, verilerdeki olası bütün genetik ilişkileri dikkate alabilmekte ve verilerin dengeli olmasını gerektirmemektedir. MINQUE yöntemi parametre kestiriminde En Küçük Kareler (EKK) metodunu kullanmaktadır. EKK metodunda istatistikler regres-

yon analizi veya varyans analizi kullanılarak elde edilir ve verilerin dengeli olması ile birlikte ebeveynlerin popülasyondan rasgele seçilmiş olmaları varsayımlarını gerektirir. Bu çalışmada, EKK yönteminin gereksinimi olan verilerin dengeli olması varsayımının karşılanmış olması sebebiyle MINQUE yöntemi ile daha olumlu sonuçlar elde edilmiş olabilir. EKK metodunda varyans unsurlarının negatif çıkmaması için bazı yöntemler bulunmaktadır. Fakat MINQUE yönteminde hesaplama tekniğinden dolayı bu durum engellenememekte ve negatif varyans elde edilebilmektedir. Doğum ağırlığında negatif varyans görülmemesine rağmen, süt verimi için de aynı model kullanılmış ve negatif varyans elde edilmiştir. Elde edilen negatif varyansın oluşturulan modelden veya veri setinden kaynaklandığı söylenebilir. Bu sebeple çalışmadan elde edilen MINQUE sonuçlarının güvenilir olmadığına kanaat getirilmiştir.

Mevcut çalışmayla benzer olarak yürütölen bazı çalışmalarda-REML yönteminin MIVQUE yöntemine göre²⁹, REML yönteminin MINQUE yöntemine göre³⁰⁻³², verilerin normal dağılıma sahip olduğu karmaşık modellerde REML yönteminin MINQUE yöntemine göre³³ varyans unsurları bakımından daha iyi tahminler yaptđını, MIVQUE yöntemlerinin daha sapmasız ve kararlı tahminler vermesine karşılık, negatif tahmin verme eğiliminin yüksek olması nedeniyle tercih edilmesinin kısıtlı olduğu, sapmalı olmakla birlikte parametre alanında tahminleme yapan REML yönteminin karmaşık modellerde tercih edilebileceğini bildirmişlerdir.³⁴ Yapılan bazı çalışmalarda mevcut çalışmadan elde edilen sonuçların aksine, iki yönlü karmaşık modelde REML ve MINQUE yöntemlerinin baba varyansı ve kalıtım derecesi için benzer değerler verdiđini³⁵, dengeli veriler için REML ve MINQUE yöntemlerinde varyans bileşenlerinin birbirine eşit olarak bulunduđunu³⁶, testin gücü ve Tip-I hata bakımından REML ve MINQUE yöntemlerinin eşit olduğunu fakat hesaplama süresi bakımından MINQUE yönteminin zamandan daha fazla tasarruf ettiği sonucuna ulaşıldığını bildirmişlerdir.³⁷

Doğum ağırlığında ananın canlı ağırlığının kovaryans faktör olarak modele dahil edilmesi ile tüm yöntemlerde çevre varyansı düşmesine karşın, süt verimi için kuruda kalma süresi kovaryans faktör olarak modele dahil edildiğinde MIVQUE yönteminde çevre varyansları artmıştır. Bu sebeple MIVQUE yönteminde kovaryetenin olumsuz yönde etki yaptđı tespit edilmiştir. Çünkü çevre varyansı düşük olan denemelerin, belirleme (determinasyon) katsayısı daha büyük olduğu için sonuçları da daha güvenilirlerdir.

Kovaryans faktörün modele dahil edilmediği durumda, bağımlı değerlikenlerin varyansına en yakın değer REML yöntemi ile elde edilmiştir. Kovaryans faktörlerin modele dahil edildiği durumda bağımlı değerlikenin varyansına en yakın değerler, süt verimi için REML yöntemi ile elde edilirken doğum ağırlığı için MINQUE metodu ile elde edilmiştir. MINQUE yöntemi ile doğum ağırlığı için en yüksek kalıtım derecesi hesaplanmış fakat bu yöntemle negatif varyans elde edildiği için, bu çalışmada kullanılan modelde ve veri setinde MINQUE yöntemi ile elde edilen sonuçların güvenilir olmayacağı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada kullanılan dengeli ve normal dağımlı karmaşık modellerde, kovaryans faktörün modele dahil edildiği ve edilmediği durumlarda en iyi ve en güvenilir sonuçlar REML yöntemi ile elde edilmiştir. Bu çalışmada kovaryans faktörün kullanımının sebebi kontrol edilemeyen çevre varyansının bir kısmının, kovaryeteler kullanılarak kontrol altına alınmasıdır. Bu sayede çevre varyansından, kovaryetelerin neden olduğu varyans çıkarılarak çevre varyansı azaltılmaktadır. Çevre varyansının azalması da belirleme katsayısının artmasını ve tahminlenen varyans unsurlarının daha güvenilir olmasını sağlayacaktır.

Etik Komite Onayı: N/A.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – M.T.; Tasarım – Ö.E., M.T.; Denetleme – M.T.; Kaynaklar – Ö.E.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – Ö.E.; Analiz ve/veya Yorum – Ö.E.; Literatür Taraması – Ö.E.; Yazıyı Yazan – Ö.E.; Eleştirel İnceleme – M.T.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Ethics Committee Approval: N/A.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – M.T.; Design – Ö.E., M.T.; Supervision – M.T.; Resources – Ö.E.; Data Collection and/or Processing – Ö.E.; Analysis and/or Interpretation – Ö.E.; Literature Search – Ö.E.; Writing Manuscript – Ö.E.; Critical Review – M.T.

Declaration of Interests: The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKLAR

- Chauhan A, Dahiya SP, Bangar YC, Magotra A. The estimation of (co) variance components and genetic parameters for growth and wool traits in Harnali sheep. *Small Ruminant Res.* 2021;203:106485. [\[Crossref\]](#)
- Erkmen R, Kul E. Genetic relationships between type traits with milk yield and reproductive traits in Holstein Cows. *Anadolu J Agr Sci.* 2021;36(3), 454-463. [\[Crossref\]](#)
- Falconer DS. *Introduction to quantitative Genetics.* 3rd ed., Longman Scientific & Technical, Harlow. 1989.p.430.
- Karadağ Ö. A multivariate heterogeneous variance components model for multi-environment studies with locational genetic effects. *Soft Computing.* 2021;1-6. [\[Crossref\]](#)
- Kline P, Saggio R, Sølvsten M. Leave-out estimation of variance components. *Econometrica.* 2020;88(5):1859-1898. [\[Crossref\]](#)
- Veeraman JR, Leday GG, van de Wiel MA. Estimation of variance components, heritability and the ridge penalty in high-dimensional generalized linear models. *Commun Stat-Sim Com.* 2019;1-19. [\[Crossref\]](#)
- Baey C, Kuhn E. varTestnlme: an R package for Variance Components Testing in Linear and Nonlinear Mixed-effects Models. arXiv preprint arXiv: 2020;2007.04791.
- Schielzeth H, Dingemans NJ, Nakagawa S, Westneat DF, Alloggio H, Teplitsky C, Araya-Ajoy YG. Robustness of linear mixed-effects models to violations of distributional assumptions. *Methods Ecology Evolution.* 2020;11(9):1141-1152. [\[Crossref\]](#)
- Choi J. Nonnegative variance component estimation for mixed-effects models. *Commun Stat App Methods.* 2020;27(5):523-533. [\[Crossref\]](#)
- VanVleck LD, Wadell LH, Henderson CR. Components of variance associated with milk and fat records of artificially sired Holstein daughters. *J Animal Sci.* 1961;20(4):812-816. [\[Crossref\]](#)
- Cunningham EP, Henderson CR. An iterative procedure for estimating fixed effects and variance components in mixed model situations. *Biometrics.* 1968;24(1):13-25. [\[Crossref\]](#)
- Kayaalp GT, Bek Y. Varyans unsurları tahmin yöntemlerinin karşılaştırılması olarak incelenmesi. *Çukurova Üniv Ziraat Fak Dergisi.* 1994;9(2):127-142.
- Žežula I, Klein D. On drawbacks of least squares Lehmann-Scheffé estimation of variance components. *Metron.* 2021;79(1):109-119. [\[Crossref\]](#)
- Zhou H, Hu L, Zhou J, Lange K. MM algorithms for variance components models. *J Comput Graph Stat.* 2019;28(2):350-361. [\[Crossref\]](#)
- Wu CT, Gumpertz ML, Boos DD. Comparison of GEE, MINQUE, ML, and REML estimating equations for normally distributed data. *Am Stat.* 2001;55(2):125-130. [\[Crossref\]](#)
- Kennedy BW. C. R. Henderson: The unfinished legacy. *J Dairy Sci.* 1991;74(11):4067-4081. [\[Crossref\]](#)
- Sallam AM, Ibrahim AH, Alsheikh SM. Estimation of genetic parameters and variance components of pre-weaning growth traits in Barki lambs. *Small Rumin Res.* 2019;173:94-100. [\[Crossref\]](#)
- Baek E, Beretvas SN, Van den Noortgate W, Ferron JM. Brief research report: Bayesian versus REML estimations with noninformative priors in multilevel single-case data. *J Exp Educ.* 2020;88(4):698-710. [\[Crossref\]](#)
- Baek E, Ferron JJ. Modeling heterogeneity of the level-1 error covariance matrix in multilevel models for single-case data. *Methodology.* 2020;16(2):166-185. [\[Crossref\]](#)
- Li H, Luo W, Baek E, Thompson CG, Lam KH. Estimation and statistical inferences of variance components in the analysis of single-case experimental design using multilevel modeling. *Behav Res Method.* 2021;1-21. [\[Crossref\]](#)
- Cura ÖE. *Trakya Bölgesinde Siyah-Alaca süt sığırlarda döl ve süt verimlerinin bazı sistematiik faktörler açısından değerlendirilmesi.* Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 2016.
- Atıl H. Ratio and regression factors for predicting 305 day production from part lactation milk records in a herd of Holstein Friesian Cattle. *Pakistan J Biological Sci.* 1999;2(1):31-37. [\[Crossref\]](#)
- Kahraman ZY, Eliçin ATD. *Akkeçi oğlaklarında doğum ve süten kesim ağırlığına etki eden bazı çevre faktörleri üzerine araştırmalar.* Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 1991.
- Duru S, Tuncel E. Koçuş Tarım İşletmesinde yetiştirilen Siyah Alaca sürüsünde süt ve döl verim özellikleri. *Türk J Vet Anim Sci.* 2002;26:97-101.
- Gök B. *Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde yetiştirilen esmer sığırların laktasyon devamlılık indeksine bazı çevre faktörlerinin etkisi.* Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 2010.
- Pekiçi A. *Köy koşullarındaki Tahirova X kıvrıkcık melezi koyunlarında çeşitli verimlerle ilgili genetik parametreler.* Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 1988.
- Karabayır A. *Atatürk Üniversitesi tarım işletmesinde yetiştirilen esmer sığırların süt verim özellikleri için farklı metod ve modeller ile varyans unsurları ve kalıtım derecesi tahminleri.* Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 1996.
- Esenbuğa N, Dayıoğlu H. Biyometrik özelliklerde minimum hata varyansı. *Dumlupınar Üni Fen Bil Enst Derg.* 2001;(002):31-43.
- Liu Y, Luo F, Zhang D, Liu H. Comparison and robustness of the REML, ML, MIVQUE estimators for multi-level random mediation model. *J Appl Stat.* 2017;44(9):1644-1661. [\[Crossref\]](#)
- Westfall PH. A Comparison of variance component estimates for arbitrary underlying distributions. *J Am Stat Assoc.* 1987;82(399):866-874. [\[Crossref\]](#)
- Searle SR. An overview of variance component estimation. *Metrika.* 1995;42:215-230. [\[Crossref\]](#)
- Lele S, Taper ML. A composite likelihood approach to (co)variance components estimation. *J Stat Plan Inference.* 2002;103(1-2):117-135. [\[Crossref\]](#)
- El Leithy HA, Abdel Wahed ZA, Abdallah MS. On non-negative estimation of variance components in mixed linear models. *J Adv Res.* 2016;7(1):59-68. [\[Crossref\]](#)
- Orhan H. *Varyans unsurları tahmin yöntemlerinin Monte Carlo çalışması ile karşılaştırmalı olarak incelenmesi.* Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 1997.
- Lin CY, McAllister AJ. Monte Carlo comparison of four methods for estimation of genetic parameters in the univariate case. *J Dairy Sci.* 1984;67(10):2389-2398. [\[Crossref\]](#)
- Doğan İ, Kılıç İ. A comparative study on variance components estimation methods. *DÜ Sağlık Bil Enst Derg.* 2014;1(2):9-14.
- Nan N, Jenkins JN, McCarty JC, Wu J. Comparison of REML and MINQUE for estimated variance components and predicted random effects. *Open J Stat.* 2016;6(5):814-823. [\[Crossref\]](#)