

Araştırma Makalesi

Tekrarlanan Ölçümlerde Varyans-Kovaryans Unsurlarının Tahmin Edilmesinde Farklı Yaklaşımların Performanslarının Karşılaştırılması[&]

Serhat ARSLAN^{1*}, Mehmet Kazım KARA²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyometri Anabilim Dalı Kurupelit Kampüsü Atakum Samsun

²Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyometri Genetik Anabilim Dalı, Iğdır

*Sorumlu yazar: sarslan@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 24.05.2018

Düzeltilme Geliş Tarihi: 26.06.2018

Kabul Tarihi: 04.07.2018

Özet

Hayvan ıslahında tekrarlanan gözlem değerleri giderek önem kazanmakta olan bir konudur. Bu çalışmada tekrarlanan gözlem değerlerini içeren veri setlerinin analiz ve parametre tahminleri için kullanılan yöntem ve metodlar karşılaştırılmıştır. Bu modellere alternatif olarak Ali-Schaeffer eğri fonksiyonunun uyumuyla oluşturulan kovaryans fonksiyon yaklaşımı şansa bağlı regresyon modelinin kullanımı araştırılmıştır. Bu amaçla süt sığırları için tutulmuş olan kayıtlardan sağlanan bir veri tabanı esas alınarak simülasyonla elde edilmiş bir veri seti üzerinde çalışılmıştır. Zamana bağlı değişimin geçerli olduğu denetim günü verimleri için uyumu yapılan modellerden uyum büyükten küçüğe sırasıyla KF+RRM (kovaryans fonksiyonu yaklaşımı şansa bağlı regresyon modeli), DRRM (doğrudan şansa bağlı regresyon modeli), TM (tekrarlanabilen model), ORM (oto-regresif model) ve HM (hayvan model)'de olmuştur. Hatalar arası oto-korelasyon yapısı en iyi KF-RRM ve ORM modellerinde açıklanabilmiştir. Tahmin edilen parametreler, varyanslar için karşılaştırılmış ve en hassas parametre tahminleri KF-RRM sonuçlarından elde edilmiş bunu DRRM izlemiştir.

Anahtar kelimeler: Şansa bağlı regresyon, DFREML, tekrarlanan ölçümler, ortogonal polinom, oto-korelasyon.

Comparison of the Performance of Different Approaches in repeated Measurements for Estimation of (Co)variance Components

Abstract

In animal breeding, repeated measurements are important. In this study, we compared the methods and models which are used in the analysis of data sets which contain the repeated measurements and the estimation of parameters. Moreover, as an alternative method, random regression procedure which used the approach of covariance functions and was formed by compatibility of Ali-Schaeffer curve function was investigated. A data set was generated by simulation from retrospective records of dairy cattle. Fitting of the tested models for test-day yields in time were ranked from the best to the worst were CF-RRM (covariance function random regression model), DRRM (direct RRM), RM (repeatability model), ARM (auto-regressive model) and AM (animal model) respectively. It was determined that the best models which explain the auto-correlation structure among the experimental errors were CF-RRM and ARM. Predicted parameters were compared for variances and the most sensitive estimation of parameters were obtained by CF-RRM. It was followed by DRRM.

Key words: Random regression, DFREML, repeated measurements, orthogonal polynomial, auto-correlation.

Giriş

Hayvancılıkta özellikle besi performanslarının veya laktasyon verimlerinin

belirlenmesi ya da artırılmasının amaçlandığı çalışmalarda tekrarlanan gözlemler oldukça sık kullanılmaktadır. Süt sığırlarında laktasyon

verimlerinin belirlenmesi ve bunlardan yararlanılarak laktasyon eğrilerinin oluşturulması ve yorumlanmasında, belirli ve çoğunlukla eşit aralıklarla seçilmiş olan ikiden fazla zaman aralığında ya da günlük denetimlerdeki ölçümler bu kapsamda yürütülen çalışmaların temel verilerini oluşturmaktadır (Ali ve Schaeffer, 1987; Gengler ve ark., 1999; Hermesch ve ark., 2000a).

Tekrarlanan gözlemlerle veri setlerinin model uyumları ve analizi ilk olarak 1980 ve takip eden süreçte şansa bağlı regresyon analizi ile tıp alanında önerilmiş ve kullanılmaya başlanmıştır (Ali ve Schaeffer, 1987; Gibbons ve Bock, 1987). Benzer özellik taşıyan ve benzer yapıdaki veri setlerinin gözlemlendiği diğer bilim disiplinlerinde ve hayvancılık alanında da aynı yıllarda modelleme ve analiz teknikleri üzerine çalışılmış olsa da temelde analiz ve hesaplama tekniğine dayalı aksaklıklar nedeniyle başarısız bulunmuş ve yaygınlaşmamıştır (Gibbons ve Hedeker, 1997; Mantysaari, 1999; Strabel ve Mistztal, 1999). Zira hayvancılıkta zamana bağlı ölçümlerin genetik ve çevresel kaynaklı varyans unsurlarıyla beraber açıklanmasında oldukça kapsamlı ve geniş modellerin kullanılması ve zamana bağlılığın açıklanabilmesi için yapılan tanımlamaların hesaplanması oldukça zor görünmüştür. Bu yetersizliklerin en başında parametrelerin tahmin edilmesinde yaşanan yakınsama (convergence) problemi (Kirkpatrick ve Heckman, 1989; Gengler ve ark., 1999; Hermesch ve ark., 2000a;b;c).

Çiftlik hayvanlarında boylamsal (longitudinal) veri olarak ölçülen canlı ağırlık, süt verimi, yapığı verimi, vücut uzunluğu veya yumurta verimleri gibi gözlem değerleri, belirli dönemler boyunca süreklilik göstermektedir. Bu amaçla yürütülen çalışmalarda, herbir hayvanın zamana bağlı olarak, farklı ölçüm değerleri elde edilmektedir. Aynı hayvandan farklı dönemlerde veya zamana bağlı yine aynı hayvana ait birden fazla ölçüm değeri tekrarlanan ölçüm olarak adlandırılır (Van der Werf ve Schaeffer, 1997; Albuquerque ve ark., 1998). Tekrarlanan ölçümlere model uyumu yapılan veri setleri birer kantitatif ölçüm değerinden oluşmaktadır. Modelde de kantitatif olarak tanımlanan bu değer, gösterdiği dağılımın doğru bir şekilde tanımlanması ve belirlenen parametrelerin tahmin edilmesinde de bu dağılım fonksiyonlarının kullanılması gerekmektedir (Van der Werf ve Goddard, 1998; Tijani ve ark., 1999). Hayvancılıkta bu kapsamda gözlenen veriler denetim günü ölçümlerinde tutulan kayıtlardan seçildiğinden bu kapsamda uyumu yapılan modeller denetim günü modelleri olarak isimlendirilmiştir (Carvalho ve ark., 1998; Brotherstone ve ark., 2000). Bu modellerde

zamana bağlılığın açıklanabilmesi kovaryans yapısının doğru biçimde tanımlanmasına izin veren kovaryans fonksiyonları (KF) veya farklı mertebelerden orthogonal polinomlardan yararlanılarak yapılmaktadır. Bu amaçla kullanılan bir diğer seçenek ise oto-regresif fonksiyonlardır (Jenkins ve Ferrel, 1984; Wilminck, 1987).

Bu çalışmada, denetim günü verimleri için tekrarlanabilen modeller ve Henderson (1983) tarafından önerilmiş olan ilk modelleme tekniği, zamana bağlılığın açıklanabilmesi için farklı yaklaşımlarla oluşturulmuş orthogonal polinomlar ve farklı fonksiyonlarla entegre edilerek genişletilmiş ve bu şekilde farklı modelleme yaklaşımlarının toplam varyasyonu açıklama, model uyum parametreleri ile model parametrelerinin tahminleme gücü ve buna ek olarak analiz tekniği yönünden meydana gelmiş farklılıkların ortaya konması ve karşılaştırmalarda en iyi model olarak görünümün çözümsel yaklaşımların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Veri Simulasyonu ve Veri Seti

Çalışmada kullanılan veri tabanı Statlib (2000, Ekim) kaynağından internet aracılığıyla sağlanmıştır. Süt sığırlarında yapılmış bir çalışmanın bulguları olan bu veri tabanındaki veriler zamana bağlı olarak düzenlenmiş ve simulasyon için gerekli parametreler seçilmiştir. Buna göre ortalama ve standart sapmalar dikkate alınarak yazılan SAS uygulamasında, genetik parametrelerinde tahmin edilmesine izin verecek şekilde karışık modele göre veriler simulasyonla oluşturulmuştur. Veri seti çıktısında kullanılan modele göre normal dağılım fonksiyonu yardımıyla üretilen veri setinin genel yapısı Tablo 1’de özetlendiği gibi olmuştur.

İstatistik Modelleme

Çalışmada simüle edilmiş veriler 100, 200 ve 305. Günler için düzenlenmiş ve 3 ayrı veri setinin farklı modellere ve çözümsel yaklaşımlara uyumları yapılarak elde edilen sonuçlara göre karşılaştırmalı performansları test edilmiştir. Buna göre teorik esaslarına göre çalışmada kullanılan 5 model ve farklı çözüm teknikleri Tablo 2’de özetlendiği gibi olmuştur. Çalışmada Henderson tarafından önerilen tekrarlanan gözlemler için genişletilebilen karışık hayvan model (animal model) model (HM); ORM, Oto-regresif model (ORM); tekrarlanabilen model (TM); tekrarlanan gözlemler için random regresif model (DRRM) ve tekrarlanan gözler için kovaryans fonksiyonunun entegre edildiği KF-RRM model olmak üzere 5 modele (Meyer, 1998; Carvalho ve ark., 1998; Misztal ve ark., 1997) veri setlerinin uyumu yapılmış ve model parametreleri bakımından ve simulasyonla elde

edilen verilerden parametre tahminleri bakımından karşılaştırılmıştır. Ayrıca hesaplama teknikleri bakımından birbirleriyle karşılaştırılarak en iyi model olarak belirlenen modelin diğerlerine göre zayıf/güçlü yönleri ortaya konmuştur. Ayrıca laktasyon eğrilerinin tanımlanması için özdeğer ve özvektör tahminleri oldukça önemli olduğundan

zamana bağlı değişimler Wilmink fonksiyonu, ortogonal polinomlar ve Ali Schaeffer eğrisi yardımıyla açıklanmıştır. Kullanılan matematik modellerin matematik yazılımları ve teorik esasları ve varsayımları Arslan, (2001)'de ayrıntılandırıldığı gibidir.

Tablo 1. Çalışmada simülasyonla oluşturulmuş olan veri setinin genel yapısı ve tanıttıcı istatistikleri.

Özellik*	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Min	Max
KUKALSU	5760	121.84±15.28	50	130
GEBSUR	5760	275.28±8.64	260	295
BUZAR	5760	385.95±40.38	311	415
S1	4121	18.64±3.47	14.02	34.53
S2	4548	21.76±4.76	14.01	42.26
S3	3962	22.63±4.81	16.00	50.31
S4	3930	20.60±4.65	14.00	41.68
S5	4132	19.31±4.17	13.00	41.73
S6	3938	18.32±3.72	13.00	33.51
S7	4056	17.09±3.47	12.00	31.23
S8	4120	16.60±3.13	11.01	29.54
S9	4036	15.64±3.07	11.01	28.63
S10	3877	15.82±3.41	9.00	32.76
S11	4620	10.92±1.33	9.00	16.50
Toplam	45340	19.05±6.42	9.00	50.31
L1-305	1920	4152±253.8	2140	6820
L2-305	1536	5150±256.8	2130	7403
L3-305	2304	6270±340.5	3130	8420

*:KUKALSU: Kuruda kalma süresi (gün); GEBSUR: Gebelik süresi (gün); BA: Buzağılama aralığı; BY: Buzağılama yaşı; S1,S2,...,S11: 1, 2, ...,11. Denetim günündeki süt verimleri (kg); L1-L3-305: 1,2 ve 3. 305 günlük toplam laktasyon süt verimleri.

Tablo 2. Tekrarlanan gözlem değerlerinden oluşmuş veri setlerine uyumu yapılan farklı modeller ve temel özellikleri.

Model*	Etki	Varyans tahmini	Maksimum Parametre sayısı (1)	Eşitlik Sayısı (2)	Maksimum tekrarlanmış gözlem sayısı	Varyans Tahmini
HM	a		$q(q+1)$	82	3	<i>A, E,</i>
ORM	a		$q(q+1)$	82	3	<i>A, E,</i>
TM	a,c		$3q(q+1)/2$	278	11	<i>A, E, C</i>
DRRM	a,m,c		$2q(q+1)$	278	11	<i>A, E, C, M</i>
KF-RRM	a,m,c		$2q(q+1)$	112	33	<i>A, M, C, E</i>

1. q analizde kullanılan faktör sayısıdır.

2. Parametrelerin tahmininde kullanılan toplam tahmin edilebilir eşitlik sayısıdır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada eklemeli ve denetim günü verimlerinden oluşan iki veri setinin ORM, TM, DRRM ve KF-RRM için uyumu yapılmıştır. Tek değişkenli hayvan modeli için ise sadece karşılaştırma yapmak amaçlı eklemeli verimler için uyum yapılmıştır. Gerçek parametre değerlerinin Meyer (2001) tarafından yayınlanan veri tabanından sağlandığı çalışmada, tahmin edilen parametreler bu değerlerle karşılaştırılmıştır. Tablo 3'de ilk, ikinci ve üçüncü laktasyon süt verimleri

için gerçek değerler olarak kabul edilen parametreler özetlenmiştir.

Çalışmada kullanılan 5 model için model uyumları arzu edilen şekilde beklendiği gibi çıkmıştır. Hayvan modelinin tüm eklemeli verimler için uyumu ve parametre tahminlerinde akrabalığın yüksek olmaması nedeniyle SAS/Proc Mixed (1988) prosedürü kullanılmıştır. REML algoritması ve Newton-Raphson kullanılarak elde edilen parametre ve varyans-kovaryans unsurlarının tahminleri için başlangıç değeri olarak MIVQUE(0) değerleri atanmıştır. Birçok literatürde başlangıç değerlerinin

bilinmediği durumları için MIVQUE(0) ve ANOVA tahminlerinin başarılı sonuçlar verdiği yönünde bildirişler mevcuttur (Ducroc ve Besbes, 1993; Albuquerque ve ark. 1998; Newman ve ark., 1998; Everet, 2000). Başlangıç değerinin ANOVA ya da MIVQUE(0) değerlerine göre atanan k başlangıç değerlerine göre tahminlenmesi çalışmada veri setinin nispeten dengeli olmasının da etkisiyle MIVQUE(0) değerlerine oldukça yakın değerlerin

tahmin edilmesiyle sonuçlanmıştır. 15 iterasyon ile yaklaşım sağlanmış ancak ANOVA tahminleri kullanıldığı durumlar için MIVQUE(0)'dan oldukça uzak değerler tahmin edilmiştir. Ayrıca ANOVA tahminlerinin başlangıç olarak kullanılmasıyla 28 iterasyona ihtiyaç duyulması dikkat çekici olmuştur. Bu nedenle başlangıç değerlerinden dolayı ANOVA tahminlerinin kullanılması durumunda bu nedenle 2 kat süreye ihtiyaç duyulmuştur.

Tablo 3. Çalışmada kullanılan parametrelere setine ilişkin gerçek değerler (Diagonal değerler varyans değerleridir).

Laktasyon Sırası	1	2	3
1	0.245	0.163	0.185
2	0.652	0.215	0.174
3	0.534	0.804	0.253

Eklemeli verimler için DFREML tahminlerinin elde edilmesi amacıyla ORM, TM, RRM ve KF-RRM'nin veri setine uyumu yapılmıştır. DFREML ver 3.0 DXUNI prosedürüne göre AI-REML algoritmasında tahminler elde edilmiştir. Akrabalı yetiştirme katsayısı matrisinin tekil olması nedeniyle doğrudan A'nın entegrasyonunda, G için hesaplamalar edilememiştir. Smianer (1986) tarafından bildirilen A matrisinin genelleştirilmiş tersinin G'de kullanımıyla bu sorun ortadan kalkmıştır.

Laktasyon başlangıcından ortalama 4. Denetim gününe kadar geçen süre için 100. Gün günlük süt verimleri eklemeli olarak elde edilmiş ve

çalışmada kullanılan tüm modeller için bu verilerin model uyumları yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 4'de özetlendiği gibi olmuştur. Model uyumları için uygulanan tüm modellerde H_0 hipotezi kabul edilmiştir. Gerçek parametre değerlerine yakınlık, korelasyon ve modelin toplam varyasyonu açıklamadaki başarısı bakımından KF-RRM ve DRRM en iyi performansı gösteren modeller olmuştur. Uyum yetmezliği testi tüm modeller için önemsiz bulunmuş olmasına rağmen, KF-RRM, DRRM ve TM modelleri veri setini en iyi açıklayan modeller olarak dikkat çekmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. 100 günlük eklemeli verimler için model uyumları ile tahmin ve başlangıç değerleri arasındaki ilişkiler.

Model	R ²	CV	F	P
HM	0.783	0.1630	1.120	0.233
ORM	0.832	0.1450	2.080	0.331
TM	0.841	0.1063	1.130	0.456
DRRM	0.854	0.0960	1.003	0.445
KF-RRM	0.854	0.0950	0.989	0.651

Tüm modeller için parametre tahminleri, başlangıç değerlerinden düşük bulunmuştur. Eklemeli genetik standart hatalar (σ_a), en düşük değere DRRM ve KF-RRM'den yapılan tahminlerde çıkmıştır. Bu yönden değerlendirildiğinde en yüksek sapma değerine 0.747 ile HM sahiptir. HM için bu değer laktasyon sıralarına göre, 0.609-0.747 aralığında gerçekleşmiştir. Benzer bir yaklaşımla ORM, 0.146-0.660; TM, 0.339-0.419; DRRM, 0.109-0.162 ve KF-RRM için ise 0.136-0.172 arasında değerler tahmin edilmiştir. İlk laktasyona ilişkin kalıtım dereceleri bakımından en yüksek değer 0.243 ile HM'de tahmin edilirken bunu büyüklük sırasına göre, 0.95 ile KF-RRM izlemiştir. Kalıtım dereceleri bakımından en düşük değer TM ve ORM modellerinden tahmin edilmiştir. Buna ek olarak, tüm tahmin değerleri gerçek parametre

değerlerinden düşük ancak bu farklılık istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Benzer bulgular 200 ve 305. Gün verimleri için de geçerli olmuştur.

HM dışında tüm modeller için denetim günü verimlerinin uyumu yapılmıştır. Tekrarlanan gözlemlerin incelenmesine olanak tanıyan bu modellerden sadece RRM ve KF-RRM tüm denetim günü kayıtlarının ayrı ayrı ve birlikte değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Elde edilen bulgular Tablo 6'da özetlenmiştir.

Hayvan başına en fazla gözlem değeri KF-RRM için kullanılmıştır. KF yaklaşımında tüm laktasyonlardaki gözlemlerin kullanımı avantaj olarak kabul edilmektedir. Çünkü çevresel etkilere ilişkin olarak yapılacak olan düzeltmeler daha etkin bir şekilde uygulanabilmektedir. Bunun yanı sıra

zamana bağlılığın açıklanmasında hem ayrı ayrı gözlemlerin analizinde sağladığı etkin düzeltme hem de birlikte zamana bağlılığın şansa bağlı ve sabit etkileriyle etkin olarak açıklanabilmesine olanak tanıdığından avantajlı gözükmektedir. DRRM ve KF-RRM benzer varsayımlara göre işlem yapmaktadır.

Eklemeli verimlerde tüm modellerde aynı sayıda parametre bulunmuştur. Deneme deseninin de kısmen dengeli olması, analiz ve tahminleme sonuçlarının benzer olmasına neden olmuştur. Bu durum özellikle Kirkpatrick ve ark. (1990) tarafından yapılan çalışma sonuçlarıyla paralellik göstermiştir. Schaeffer ve Dekers (1997) simülasyondan elde edilen veri setinde gerçek parametre değerleri olarak tüm olası parametreleri içeren modelden tahmin edilen parametreleri kabul etmişler, eklemeli verimler için laktasyonun erken dönemlerinde tüm parametreleri gerçek değerlerden düşük tahmin etmişlerdir. Çalışmamız bulgularıyla da benzer olan bu bulgulara ek olarak gerçek değerlerden oluşan veri setlerinin kullanıldığı çalışma bulgularıyla da benzerlik göstermektedir.

Tahmin edilen parametreler, hatalar bakımından karşılaştırıldığında en küçük hataya, RRM ve KF-RRM tahminleri sahip olmuştur. Jamrozik ve ark. (1997), bu durumu hata yapısının, gözlemler arasındaki ilişkiyi ve bunun meydana getirebileceği oto-korelasyon yapısının, zamana bağlı değişimin doğru olarak tanımlanmasından kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda zamana bağlılık ve verimler arasında oto-korelasyonun önemsiz olması da bu durumun başlıca nedenleri arasında gösterilebilir. Ancak yine de KF-RRM ile çevresel ve genetik kovaryanslar olası tüm ilişkilerle ayrıntılı olarak açıklanabilir olduğundan hatalar en küçük seviyede tahmin edilmektedir. Bunun yanında Schaeffer ve Dekkers (1994) şansa bağlı regresyon katsayılarının denetim

günü modelleri yaklaşımında RRM modelle yapılan tahminlemeyi 3. Mertebeden polinomla aynı başarı ile yapılabileceğini bildirmişlerdir. Jamrozik ve ark. (1997) çok değişkenli yaklaşımın kullanılmasının hem kullanılan algoritma, hem çözümsel aşamada büyük veri setleri için sorun yarattığını hem konfigürasyon isteğinin yüksek olmasının maliyetli hem de çözüm zamanı açısından ekonomik olmayacağını vurgulayarak tek değişkenli modellerin daha kullanışlı olduğunu bildirmektedir. Gerçekten de çalışmamızda her laktasyonda eklemeli verimlere ilişkin olarak birey başına 1 gözlem değerinden fayadaniilmiş ve denetim günleri için ise eksik gözlem bulunmamak kaydıyla bu durum en fazla 11 olarak gerçekleşmiştir. Bu şekilde bir değerlendirmeye çalışmamızda 1920 hayvana ilişkin kayıt değerlendirmeye alındığında denetim günleri için sayı 18004 olmuş sadece ilk denetim günü için bile 999 denetim günü verim kaydı değerlendirilmesi bile oldukça uzun sürmüştür. Buna rağmen bu yaklaşım oldukça önemli ek bilgiler sağlaması açısından çok daha avantajlı olmuştur.

RRM ve KF-RRM çözümlerinde hayvanlar şansa bağlı olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle her hayvan için ayrı ayrı tahmin edilen damızlık değerleri, süt verimine ilişkin persistens tahminleri, laktasyonun farklı dönemlerine ilişkin katsayılar yardımıyla laktasyonun şeklinin bireysel olarak açıklanabilmesi ve tanımlanabilmesi gibi oldukça kullanışlı ek bilgileri beraberinde getirmektedir. Bu durum, Meyer (2000) tarafından da ıslah çalışmaları için vazgeçilmez bir avantaj olarak gösterilmektedir. Burada genetik yapının zamana bağlı olarak maksimum bilgiyi içeren öz fonksiyonlarla açıklanması söz konusudur. Bu fonksiyonlar yardımıyla ıslah kriteri olarak kullanılacak kalıtım derecesi tekrarlama derecesi gibi önemli genetik parametrelerin tahmini için gerekli bilgiler elde edilmektedir.

Tablo 5. Eklemeli verimler için kullanılan gözlem sayıları (N) her çalışmada tahmin edilen parametre başına ortalama iterasyon sayıları ve ortalama CPU zamanı (sn).

Özellik	N	İterasyon Sayısı	CPU Zamanı (sn)
100 Günlük Verim	3772	18	0.23
200 Günlük Verim	5352	14	0.20
305 Günlük Verim	5760	17	0.34

Tablo 6. Uyumu yapılan 4 model için eşitlik sayısı, her raund için ortalama iterasyon sayısı ve her tahmin için ortalama CPU zamanı.

Özellik	Model			
	ORM*	TM	RRM	KF-RRM
Eşitlik sayısı	154	166	265	353
Raund sayısı	50	23	22	21
İterasyon	38	32	30	28
CPU(sn)	23	21	20	19

* ORM için gerçek parametre tahminleri elde edilemediğinden 50 raund sonunda işlem durdurulmuştur.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, çalışmada elde edilen bulgular ışığında ulaşılan sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- i. Birçok literatürde tekrarlanan gözlemler kapsamında hayvancılık alanında ele alınan verim özelliklerine ilişkin verim kayıtlarının kullanımı sayesinde çevresel etkiler için etkin bir düzeltme yapılabilmektedir.
- ii. Toplam varyasyon içerisinde çevresel ve genetik etkiler zamana bağlı olarak açıklanabilmektedir.
- iii. Hayvanlara ilişkin damızlık değerleri, çevrenin özet bilgisi yerine, doğrudan zamana bağlı olarak tanımlandığından daha gerçekçi ve hassas tahmin edilebilir.
- iv. BLUP tahminleri, inek indeksi veya boğa indeksi gibi parametrelerin önemli olduğu durumlarda kayıtlar bu yönde değerlendirilerek erken yaşlarda ve daha az sayıda kız kullanılarak çok daha ekonomik ve güvenilir tahminler elde edilebilir.
- v. Laktasyon eğrisi daha hassas ve ayrıntılı belirlenir.
- vi. Persistens gibi laktasyon verimlerine ilişkin önemli parametreler diğer yaklaşımlara ve hesaplama algoritmalarına göre daha güvenilir tahmin edilebilir.
- vii. Kovaryans yapısı çok daha etkin tanımlanabildiğinden zaman faktörünün de açıklanmasına izin verdiğinden daha geniş bilgi elde edilebilir.

*Yüzüncü Yıl Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından ZF-2000/21 koduyla desteklenen bu çalışma birinci yazarın Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Biyometri ve Genetik Bilim Dalı, 2001 tarihli doktora tezinden özetlenmiştir.

Kaynaklar

- Ali, T.E., Schaeffer, L.R., 1997. Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.*, 630-637.
- Albuquerque, L.G., Keown, J.F., Van Vleck, L.D., 1998. Variances of direct genetic effects, maternal genetic effects and cytoplasmic inheritance effects for milk yield, fat yield and fat percentage. *J. Dairy Sci.*, 81: 544-549.
- Arslan, S. 2001. Tekrarlanan Ölçümlerde Random Regresyon Yöntemi ile Varyans Kovaryans Unsurlarının Tahmini ve Hayvan Islahında Kullanım Olanakları. Basılmamış Doktora Tezi, YYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Brotherstone, S., White, I., Meyer, K., 2000. Genetic modeling of daily milk yield using

orthogonal polynomials and parametric curves. *Anim. Sci.*, 70: 407-415.

- Carvalho, J.G., V., Blake, R.W., Pollak, E.J., Quass, R.L., Duran-Castro, C.V., 1998. Application of an autoregressive process to estimate genetic parameters and breeding values for daily milk yield in a tropical herds of Lucerna cattle and in United States Holstein Herds. *J. Dairy Sci.*, 81: 2738-2751.
- Ducrocq, V.P., Besbes, B., 1993. Solution of multiple trait animal models with missing data on some traits. *J. Anim. Breed. Genet.*, 110: 81-92.
- Everett, R.W., 2000. Evaluating genetics and management using your DHI records. *Interbull Bulletin*, 27: 18-24.
- Gengler, N., Tijani, A., Wiggans, G.R., Van Tassel, C.P., Philpot, J.C., 1999. Estimation of Co(Variations of test day yields for first lactation Holsteins in the United States, *J. Dairy Sci.*, 82: 1: 225.e1-225.e14.
- Gibbons, R.D., Bock, R.D., 1987. Trend in correlated proportions. *Psychometrica*, 52: 113-124.
- Gibbons, R.D., Hedeker, D., 1997. Application of random regression models in clinical study. *J. Cons. Clinic., Phyc.*, 72(1): 154-161.
- Henderson, C.R., Jr., 1982. Analysis of covariance in the mixed model: Higher level, nonhomogeneous, and random regression. *Biometrics*, Abstract 38: 623.
- Hermesch, S., Luxford, B.G., Graser, H.U., 2000a., Genetic parameters for lean meat yield, meat quality, reproduction and feed efficiency traits for Australian pigs, 1. Description of traits and heritability estimates. *Livest. Prod. Sci.* 65: 261-270.
- Hermesch, S., Luxford, B.G., Graser, H.U., 2000b., Genetic parameters for lean meat yield, meat quality, reproduction and feed efficiency traits for Australian pigs, 2. Genetic relationships between production, carcass and meat quality traits. *Livest. Prod. Sci.* 65: 249-259.
- Hermesch, S., Luxford, B.G., Graser, H.U., 2000c., Genetic parameters for lean meat yield, meat quality, reproduction and feed efficiency traits for Australian pigs, 3. Genetic parameters for reproduction traits and genetic correlations with production, carcass and meat quality traits. *Livest. Prod. Sci.* 65: 239-248.
- Jamrozik, J., Schaeffer, L.R., Dekkers, J.C.M., 1997. Genetic evaluation of dairy cattle using test day yields an random regression models. *J. Dairy Sci.*, 80: 1217-1225.

- Jenkins, T.G., Ferrel, C.L., 1984. A note on lactation curves of crossbreed cows. *Anim. Prod.* 39: 479-488.
- Kirkpatrick, M., Heckman, N., 1989. A quantitative genetic model growth shape, reaction norms, and other infinite dimensional characters. *J. Math. Biol.*, 27: 429-450.
- Kirkpatrick, M., Lofsvold., Bulmer., 1990. Analysis of the inheritance, selection and evolution of growth trajectories. *Genetics*, 124: 979-993.
- Meyer, K., 1998. DXMRR-A program to estimate covariance functions for longitudinal data by REML. *Proc. 6th. World Congress on Genet. Appl. Livest. Prod. Armidale*, 11-16 Jan., 27: 465-466.
- Meyer, K., 1998. Estimating covariance functions for longitudinal data using a regression model. *Genet. Sel. Evol.*, 30: 221-224.
- Meyer, K., 2000. Random regression to model phenotypic variation in monthly weights of Australian beef cows. *Livest. Prod. Sci.*, 65: 19-38.
- Meyer, K., 2001. Estimates of direct and maternal covariance functions for growth of Australian beef calves from birth to weaning. *Genet. Sel. Evol.* 33(5): 487-514.
- Mantysaari, E.A., 1999. Derivation of multiple trait reduced rank random regression model for the first lactation test day records of milk, protein and fat. 50th Annual Meeting of EAAP, Zurich, August. 22-26, 1999.
- Misztal, I., Lawlor, T.J., Fernando, R.L., 1997. Dominance model with method R for stature of Holsteins, *J. Dairy Sci.*, 80:975-978.
- Newman, S., McEwan, J., Swan A., Brash L., Hermes S., 1998. A genetic parameter estimate world wide web site. *J. Anim. Sci.* 76: Suppl. 1. *J. Dairy Sci.* 81: Suppl 1: 61.
- SAS, 1998. SAS/STAT Software, Hangen and Enhanced, SAS, Inst. Inc. Cri, NCI.
- Schaeffer, L.R., Dekkers, J.C.M., 1994. Random regression models for test-day production in dairy cattle. *Proc. 5th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Guelph*, 18: 44-53.
- Simianer, H., 1986. A general approach to the use of multiple traits with repeated measurements in estimation of breeding values. *Livest. Prod. Sci.*, 15: 315-324.
- Strabel, T., Mistal, I., 1999. Genetic parameters for first and second lactation milk yields of Polish black and white cattle with random regression test day models. *J. Dairy Sci.*, 82: 2805-2810.
- Tijani, A., Wiggans, G.R., Van Tassel, C.P., Philpot, J.C., Gengler, N., 1999. Use of (co)variance functions to describe (co)variances for test day yield. *J. Dairy Sci.*, 82(1): 226e1-226e14.
- Van der Werf, J.H.J., Schaeffer, L., 1997. Random regression in animal breeding. *CGIL, Guelph*, June, 25-28.
- Van der Werf, J.H.J., Goddard, M.E., 1998. Transformation of random regression models to reduced rank. *Proc. 6th. World Congr. On Genet. Appl. Livest. Prod., Armidale*, 11-16 Jun., 25: 597-600.
- Wilmink, J.B.M., 1987. Adjustment of test day milk, fat, and protein yields for age, season and stage of lactation. *Livest. Prod. Sci.*, 16: 335.