

136

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Adnan ÜNALAN

**CEYLANPINAR TARIM İŞLETMESİ
SİYAH ALACA SIĞIR POPULASYONUNDA
SÜT VERİMİ İLE İLGİLİ GENETİK PARAMETRELERİN
BAYESIAN VE REML YÖNTEMLERİYLE TAHMİNİ**

119927

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMENTASYON MERKEZİ**

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2002

119927

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**CEYLANPINAR TARIM İŞLETMESİ
SİYAH ALACA SIĞIR POPULASYONUNDA
SÜT VERİMİ İLE İLGİLİ GENETİK PARAMETRELERİN
BAYESIAN VE REML YÖNTEMLERİYLE TAHMİNİ**

**ADNAN ÜNALAN
DOKTORA TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

Bu tez ~~30~~./10./2002 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

İmza 
Prof. Dr. Zeynel CEBECİ
DANIŞMAN

İmza 
Prof. Dr. Okan GÜNEY
ÜYE

İmza 
Prof. Dr. H. Refik BURGUT
ÜYE

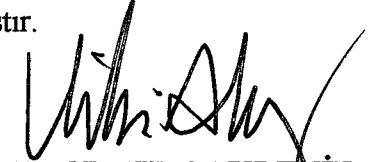
İmza 
Prof. Dr. Osman BİÇER
ÜYE

İmza 
Prof. Dr. G. Tamer KAYAALP
ÜYE

Bu tez Enstitümüz Zootečni Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No: 692



İmza 
Prof. Dr. Fikri AKDENİZ
Enstitü Müdürü

**Bu Çalışma Ç.Ü. Rektörlük Araştırma Fonu Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FBE. D-9827**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	III
SİMGELER VE KISALTMALAR	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	8
3. MATERYAL VE METOD	17
3.1. Materyal	17
3.2. Metod	18
3.2.1. Yöntemlerin Genel Tanıtları	19
3.2.1.1. Maksimum Olabilirlik (Maximum Likelihood: ML) Yöntemi	20
3.2.1.2. Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik (Restricted Maximum Likelihood: REML) Yöntemi	24
3.2.1.3. Bayesian Yöntemleri	30
3.2.2. DFREML Ver 3.0 β Programı	40
3.2.2.1. DFREML'in Gelişimi	40
3.2.2.2. DFREML'de Analiz Modelleri	41
3.2.2.3. DFREML'de Temel Modeller	43
3.2.2.4. Tekrarlanan Kayıtlar	44
3.2.2.5. DFREML'deki Programlar	45
3.2.2.6. Program Çalıştırma Seçenekleri	49
3.2.2.7. Kullanıcı Tarafından Hazırlanan Giriş Dosyaları	50
3.2.2.8. DFREML'de Çıkış Dosyaları	51
3.3. Analizlerde Kullanılan Modeller	53
3.3.1. Model ve Bayesian Formülasyonu	53
3.3.1.1. Ön Dağılımlar (Prior Distribution)	54
3.3.1.2. Son Yoğunluk Fonksiyonu (Posterior Density Function)	54

3.3.1.3. Tam Koşullu Son Yoğunluklar (Full Conditional Posterior Densities)	55
3.3.2. DFREML Analizi İçin Kullanılan Model.....	56
3.3.2.1. DFUNI Programı İçin Veri Dosyasının Oluşturulması	57
3.3.2.2. DFUNI Programının Çalıştırılması	57
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	60
4.1. Süt Verim Özellikleri	60
4.1.1. Laktasyon Sırası.....	60
4.1.2. Laktasyon Süresi	61
4.1.3. Gerçek Süt Verimleri.....	62
4.1.4. 305 Günlük Süt Verimleri	64
4.1.4.1. Çarpımsal Düzeltme Faktörleri (ÇDF)’nin Hesaplanması	65
4.2. Varyans Unsurları ve Bunların Fonksiyonlarına Ait Tahminler	69
4.2.1. Boğa Modeli Altında REML Tahminleri ve Gibbs Örneklemesi Sonuçları.....	69
4.2.2. Hayvan Modeli Altında REML Tahminleri	72
4.3. Boğa ve İnekler İçin Damızlık Değerleri Tahmin Sonuçları.....	73
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	78
KAYNAKLAR.....	83
ÖZGEÇMİŞ.....	91
EKLER	94
EK-1. TRAPEZ.PRG Program Dosyası	94
EK-2. TRAPEZ305.PRG Program Dosyası.....	96
EK-3. SAS Paket Programında REML Analizi İçin Komut Dizilimi	98
EK-4. DFREML Analizi İle İnekler İçin Elde Edilen Sıralı Damızlık Değerleri ..	99

ÖZ
DOKTORA TEZİ

CEYLANPINAR TARIM İŞLETMESİ
SİYAH ALACA SIĞIR POPULASYONUNDA
SÜT VERİMİ İLE İLGİLİ GENETİK PARAMETRELERİN
BAYESIAN VE REML YÖNTEMLERİYLE TAHMİNİ

ADNAN ÜNALAN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Zeynel Cebeci
Yıl: 2002, Sayfa: 126
Jüri : Prof. Dr. Zeynel Cebeci
: Prof. Dr. Okan Güney
: Prof. Dr. H. Refik Burgut
: Prof. Dr. Osman Biçer
: Prof. Dr. G. Tamer Kayaalp

Bu çalışmada, Ceylanpınar Tarım İşletmesi Siyah Alaca sığır popülasyonundan 1990-1997 (8 yıl) yılları arasında elde edilen toplam 4807 süt verim kaydı kullanılmış ve süt verimleri ile ilgili varyans unsurları, kalıtım derecesi ve hayvanların damızlık değerleri Bayesian ve Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik (REML) yöntemleri kullanılarak tahmin edilmiştir.

REML tahminleri hem boğa modeli altında (SAS Institute 1987, Sürüm 6.03), hem de hayvan modeli altında (DFREML Ver. 3.0 β) yapılmıştır. Analizlerde, sabit etki olarak yıl-mevsim etkisi, kovaryetler olarak ise buzağılama yaşı ve laktasyon sırası alınmıştır. Süt veriminin kalıtım derecesi tahminleri boğa modeli altında REML yöntemi ile 0.28, hayvan modeli altında DFREML yöntemi ile 0.43 olarak bulunmuştur. Bayesian tahminleri için Gibbs örnekleme yöntemi kullanılmış ve kalıtım derecesi 0.27 olarak hesaplanmıştır.

Analizler, 305 gün süt verimleri üzerinde yıl-mevsim, laktasyon sırası ve buzağılama yaşının istatistiksel olarak önemli faktörler olduğunu göstermiştir (sırasıyla $p<0.01$, $p<0.05$ ve $p<0.01$).

Tahmin edilen damızlık değerlerine göre boğalar sıralandığında, boğa modeli altında REML ve Bayesian tahminlerinin benzer sonuç verdiği (Kendall'ın tau korelasyon katsayısı 0.997), ancak hayvan modeli altında yapılan REML tahminleri ile diğer iki yöntemden elde edilen boğa sıralanışlarının farklı (Kendall'ın tau korelasyon katsayıları 0.744 ile 0.745) olduğu görülmüştür.

Ayrıca, ineklerin damızlık değer tahminleri ile ortalama verimleri arasındaki sıra korelasyonunun da oldukça düşük (Kendall'ın tau korelasyon katsayısı 0.377) olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: REML, Bayesian, Siyah Alaca, Genetik Parametre, Süt Verimi

ABSTRACT
PhD THESIS

**PREDICTION OF GENETIC PARAMETERS
RELATED TO MILK YIELDS OF HOLSTEIN FRIESIAN POPULATION
REARED IN THE CEYLANPINAR AGRICULTURAL STATE FARM
BY BAYESIAN AND REML METHODS**

ADNAN ÜNALAN

**DEPARTMENT OF ANIMAL SCIENCE
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor : Prof. Dr. Zeynel Cebeci
Year: 2002, Pages: 126
Jury : Prof. Dr. Zeynel Cebeci
: Prof. Dr. Okan Güney
: Prof. Dr. H. Refik Burgut
: Prof. Dr. Osman Biçer
: Prof. Dr. G. Tamer Kayaalp

In the present study, 4807 lactation milk yield records obtained from Holstein Friesian population reared in the Ceylanpınar Agricultural State Farm between 1990 and 1997 were used for the estimation of variance components, heritability and breeding values of animals by Bayesian and Restricted Maximum Likelihood (REML) methods.

REML estimates were obtained using both the animal (with DFREML Ver. 3.0 β) and the sire models (with SAS Institute 1987, Release 6.03). In the analyses, year-season was assumed to be a fixed effect and calving age and lactation number were covariates. REML estimates of heritability for lactation milk yield using the sire model and using the animal model were 0.28 and 0.43 respectively. Bayesian estimates were obtained using Gibbs sampling and heritability was calculated as 0.27.

Analyses showed that year-season, lactation number and age at calving (linear) significantly affected 305-day milk yield ($p<0.01$, $p<0.05$ and $p<0.01$ respectively).

When sires were ranked according to estimated breeding values, REML and Bayesian estimates using the sire model were almost identical (Kendall's tau correlation coefficient was 0.997). However, REML estimates using the animal model by DFREML were different (Kendall's tau correlation coefficients were between 0.744 and 0.745) from the other methods.

In addition, the rank correlation between estimated breeding values and mean milk yields of cows was quite low (Kendall's tau correlation coefficient was 0.377).

Key Words: REML, Bayesian, Holstein Friesian, Genetic Parameter, Milk Yield

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışmadaki amaç, süt verimi bakımından damızlığa ayrılacak üstün genetik değerli hayvanların isabetle seçiminde önemli rolü olan genetik parametrelerin ve damızlık değerlerinin sağlıklı olarak tespit edilmesi ve böylece yapılacak ıslah çalışmalarından daha güvenilir sonuçlar alınmasını sağlamaktır.

Bu çalışmanın, ülkemiz için önemli bir damızlık kaynağı olan Ceylanpınar Tarım İşletmesi Siyah Alaca sığır popülasyonu üzerinde yapılmış olması da ayrı bir önem taşımaktadır.

Bu nedenlerle, bu çalışma konusunun Doktora çalışması olarak belirlenmesi ve yürütülmesinde yüksek akademik bilgi ve deneyimleri ile bana yön vererek çalışmayı 30.09.2000 olan emeklilik tarihine kadar yöneten eski danışman hocam sayın Prof. Dr. Erdoğan Pekel'e, çalışma süresince, özellikle çalışmada kullanılan programlar yönündeki bilimsel katkılarını her zaman gördüğüm yeni danışman hocam sayın Prof. Dr. Zeynel Cebeci'ye ve bu çalışmada kullanılan yöntemlere ufuk açan sayın Doç. Dr. Mehmet Ziya Fırat başta olmak üzere, değerli görüş ve bilimsel katkılarını esirgemeyen hocalarım Prof. Dr. H. Refik Burgut'a, Doç. Dr. G. Tamer Kayaalp'e, Prof. Dr. Okan Güney'e, Prof. Dr. Osman Biçer'e ve Prof. Dr. Yüksel Bek'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmada kullanılan verilerin toplanması amacıyla Ceylanpınar Tarım İşletmesi'nde görevlendirilmemde yakın ilgisini esirgemeyen Tarım İşletmeleri Genel Müdür Yardımcısı sayın Naci Doğan Tuyluoğlu'na ve sayın Ar. Gör. Kadir Kırk'a, Ceylanpınar Tarım İşletmesi'nde görevli olduğum dönemde ise, Ceylanpınar Tarım İşletmesi Müdür Yardımcısı sayın Ali Rıza Bulutçu ve Sığırcılık Şube şefi sayın Alaaddin Caynak başta olmak üzere, samimi ve özel ilgisini gördüğüm Koyunculuk Şube şefi sayın Şevket Şahin'e ve diğer şube şeflerine ve tüm İşletme personeline teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, bu tezin hazırlanması sürecinde bana verdiği moral desteği nedeniyle eşim başta olmak üzere mesai arkadaşlarıma da teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

ANOVA (Analysis of Variance)	: Varyans Analizi
ML (Maximum Likelihood)	: Maksimum Olabilirlik
REML(Restricted Maximum Likelihood)	: Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik
DFREML (Derivative Free REML)	: Türevsiz Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik
GLM (Generalized Linear Model)	: Genelleştirilmiş Doğrusal Model
GLS (Generalized Least Square)	: Genelleştirilmiş Enküçük Kareler
LSQ (Least Square)	: Enküçük Kareler
NRM (Numerical Relationship Matrix)	: Sayısal Akrabalık Matrisi



Çizelge 1.1. Tek Yönlü Şansa Bağlı Boğa Modeli İçin Varyans Analiz Tablosu.....	3
Çizelge 3.1. DFREML'daki Analiz Modelleri.....	44
Çizelge 3.2. DFREML Ver. 3.0 β' daki Programlar	46
Çizelge 3.3. DFREML Ver. 3.0 β' da Yeralan Çalıştırma Adımları.....	49
Çizelge 3.4. DFUNI Programı İçin Veri Dosyası Formatı.	57
Çizelge 4.1. Buzağılama Yılları ve Laktasyon Sıraları İçin Kayıt Sayıları.....	61
Çizelge 4.2. Buzağılama Yıllarına Göre Ortalama Laktasyon Süreleri.....	61
Çizelge 4.3. Buzağılama Aylarına Göre Ortalama Laktasyon Süreleri.....	62
Çizelge 4.4. Buzağılama Yıllarına Göre Gerçek Süt Verim Ortalamaları.....	63
Çizelge 4.5. Buzağılama Aylarına Göre Gerçek Süt Verim Ortalamaları.....	63
Çizelge 4.6. Laktasyon Süreleri İçin Çarpımsal Düzeltme Faktörleri.....	65
Çizelge 4.7. Buzağılama Yıllarına Göre 305 Günlük Süt Verim Ortalamaları	66
Çizelge 4.8. Buzağılama Aylarına Göre 305 Günlük Süt Verim Ortalamaları.....	67
Çizelge 4.9. Laktasyon Sıralarına Göre Gerçek ve 305 Günlük Süt Verim Ortalamaları.....	68
Çizelge 4.10. REML ve Gibbs Örnekleme İçin Kullanılan Veri Setinin Yapısı.....	70
Çizelge 4.11. REML Tahminleri ve Gibbs Örnekleme (2000 İterasyona Dayalı) İle Varyans Unsurları ve Bunların Fonksiyonlarının Son Beklenen Değerleri ve Standart Sapmaları.....	70
Çizelge 4.12. REML Tahminleri ve Gibbs Örnekleme (2000 İterasyona Dayalı) İle Regresyon (Doğrusal) Katsayılarının Son Beklenen Değerleri ve Standart Sapmaları	70
Çizelge 4.13. Tanımlayıcı İstatistikler ve Pedigri Verileri Özeti.....	72
Çizelge 4.14. Varyans Unsurları ve Genetik Parametre Tahminleri.....	72
Çizelge 4.15. Sabit Etki (Yıl-Mevsim) İçin Çözümler.....	73
Çizelge 4.16. Boğalara Ait REML, DFREML ve Gibbs Örnekleme Yöntemleriyle Elde Edilen Damızlık Değer (DD) Tahminleri.....	74
Çizelge 4.17. Damızlık Değerlerine Göre İlk 10'a Giren İneklere Ait Damızlık Değer, Ortalama Verim ve Pedigri Bilgileri.....	75

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Şanlıurfa İli Uzun Yıllık Meteorolojik Veriler Aylık Ortalamaları.....	17
Şekil 4.1. Buzağılama Yıllarına Göre 305 Günlük Süt Verim Ortalamaları	66
Şekil 4.2. Buzağılama Aylarına Göre 305 Günlük Süt Verim Ortalamaları	67
Şekil 4.3. Laktasyon Sırasına Göre Gerçek ve 305 Günlük Süt Verim Ortalamaları.....	68
Şekil 4.4. İterasyonlardan Tahmin Edilen Varyans Unsurları ve Kalıtım Derecesi...	71



1. GİRİŞ

Bir popülasyonda (veya sürüde) ele alınan herhangi bir kantitatif karakter bakımından verim düzeyinin iyileştirilmesi amaçlanıyorsa, izlenecek yollardan birisi hayvanların içinde bulundukları olumsuz çevre koşullarının düzeltilmesi, diğeri ise popülasyonun genetik yapısının iyileştirilmesidir. Esas olan ise mevcut çevre koşullarına ekonomik düzeyde cevap verebilecek genotiplerin isabetle seçilebilmesidir. Şayet çevre koşulları istenilen ölçüde iyileştirildiği halde arzu edilen verim düzeyi sağlanamamış ise geriye sürünün genetik yapısının iyileştirilmesi kalmıştır. Genetik yapının istenilen yönde iyileştirilmesi için bazı koşulların sağlanması ve/veya bulunması gerekmektedir. Bunları, değerlendirmede kullanılacak verilerin yeterli sayıda ve güvenilir olması ve analizlerin verinin yapısına uygun yöntemlerle yapılması şeklinde sıralamak mümkündür.

Bir popülasyonda genetik iyileştirme konusundaki başarı, popülasyonda damızlık olarak tutulacak hayvanların, gerçekten yüksek genetik değerli olanlar arasından seçilmesi ve kullanılması ile mümkündür. Bu da ancak, damızlık adayı hayvanların eşit koşullar altında değerlendirilerek, bu hayvanların genetik değerlerinin (damızlık değerlerinin) gerçeğe en yakın tahminlerinin elde edilmesi ile sağlanabilir.

Bir popülasyonda üzerinde çalışılan karaktere ait genetik varyasyon az veya ıslah amacını gerçekleştirebilecek düzeyde değilse, popülasyona dışarıdan amaca yönelik yeni gen kaynaklarının katılması gerekecektir. Bu yönde doğru kararlar verebilmek için, özelliğe ait toplam fenotipik varyasyonun hangi çevresel ve genetik etkiler altında oluştuğu, bu etkilerin, etki şekil ve oranlarının da ne olduğu doğru olarak tesbit edilmelidir.

Tüm bu nedenlerle, hayvan ıslahı teoris ve uygulamalarında, varyans ve kovaryans unsurlarının kullanımı önemli bir yere sahiptir. Varyans unsurlarının tahmini, genetik varyasyonun belirlenmesinde, seleksiyona tabi tutulacak hayvanların damızlık değerlerinin hesaplanmasında ve diğeri bir çok hayvan ıslahı temel kuramlarının geliştirilmesinde de kullanılmaktadır.

Hayvan ıslahı çalışmalarında kullanılmak üzere yapılan varyans unsurları tahminleri:

- 1) Seleksiyon indekslerinin oluşturulmasında,
- 2) Karışık BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) modellerinde,
- 3) Kalıtım derecesi, genetik, çevresel ve fenotipik korelasyonlar gibi genetik parametrelerin tahmininde kullanılmaktadır (Henderson, 1986).

Genetik ve çevresel kaynaklı varyasyon unsurlarının tahmininde kullanılan istatistiksel analiz yöntemlerinde, özellikle bilgisayar teknolojisinin de hızlı gelişimine paralel olarak 20. yüzyıl içinde önemli ilerlemeler gerçekleşmiştir. Özellikle son 30 yıl içerisinde varyans unsurlarının tahmini için bir çok yöntem geliştirilmiştir. Bunlardan en yaygın olanlar; Enküçük Kareler tahmin edicilerinin elde edildiği Varyans Analizi (Analysis of Variance: ANOVA) yöntemi, olabilirlik esasına dayanan yöntemler; bunlardan özellikle Maksimum Olabilirlik (Maximum Likelihood: ML) yöntemi, Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik (Restricted Maximum Likelihood: REML) yöntemi ve Bayesian yöntemleridir.

Maksimum Olabilirlik (Maximum Likelihood: ML) yöntemleri ilk defa Crump (1951) tarafından önerilmiş ve Hartley ve Rao (1967) tarafından genel formu içerisinde açıklanmıştır.

REML yöntemi ise ilk defa Thompson (1962) tarafından önerilmiş ve daha sonra Patterson ve Thompson (1971) tarafından kullanımı desteklenmiştir.

REML, özellikle seleksiyon ve küçük örnekler nedeniyle ortaya çıkan varyans unsurları tahminlerindeki yanlılığı gidermek için geliştirilmiş bir yöntemdir. REML, teorik olarak çok sık başvurulmuş bir yöntem olmasına rağmen, uygulanması bilgisayarların kapasiteleri ile sınırlı kalmıştır (Smith ve Graser, 1986).

Bir çok araştırmacının da bildirdiği gibi ANOVA yöntemlerinde (Enküçük Kareler) en büyük problem negatif varyans tahminlerinin ortaya çıkmasıdır (Thompson, 1962; Thompson ve Moore, 1963; Smith ve Murray, 1984; Fırat, 1997a). Negatif varyans unsurlarının kullanımı sonucu elde edilecek negatif kalıtım derecelerinin, seleksiyon çalışmalarında kullanılmaması nedeniyle, pozitif tahminler sağlayan alternatif yöntemlere gereksinim vardır.

Dengeli veri setleri için varyans unsurlarının tahminindeki esas; etkilere ait kareler ortalamalarını beklenen değerlerine eşitlemek ve elde edilen doğrusal eşitlikleri çözmektir.

Hayvan ıslahı çalışmalarında sık olarak kullanılan tek yönlü şansa bağlı boğa modeli aşağıdaki gibi yazılabilir (Henderson, 1984).

$$y_{ij} = \mu + s_i + e_{ij} \quad (i=1, \dots, s; j=1, \dots, n)$$

Bu eşitlikte, y_{ij} i. boğanın j. dölüne ait fenotipik değeri, μ genel ortalamayı, s_i i. boğanın şansa bağlı etkisini, e_{ij} tesadüfi hata terimini göstermektedir. s_i 'ler e_{ij} 'lerden bağımsız olarak dağılış gösterirler ve $s_i \sim N(0, \sigma_s^2)$, $e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2)$ olup $\text{Cov}(s_i, e_{ij}) = 0$ dir. Elde edilen fenotipik değerler Çizelge 1.1.'de verilen tek yönlü Enküçük Kareler yöntemi ile analiz edilebilirler.

Çizelge 1.1. Tek Yönlü Şansa Bağlı Boğa Modeli İçin Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon Kaynakları	Sd	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	E(K.O.)
Boğalar Arası	s-1	$BKT = n \sum_{i=1}^s (\bar{y}_{i..} - \bar{y}_{..})^2$	$BKO = BKT / (s-1)$	$\sigma_e^2 + n\sigma_s^2$
Boğalar İçi (Hata)	s(n-1)	$HKT = \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^n (\bar{y}_{ij.} - \bar{y}_{i..})^2$	$HKO = HKT / s(n-1)$	σ_e^2

Burada, s_i 'ler ve e_{ij} 'lerin kendi aralarında bağımsız oldukları varsayımı ile yukarıda verilen model kullanılarak σ_s^2 ve σ_e^2 'nin ANOVA Enküçük Kareler tahmin edicileri (LSE) $\sigma_e^2 = HKO$ ve $\sigma_s^2 = (BKO - HKO) / n$ şeklinde tahmin edilir.

Bugüne kadar ANOVA tipi tahmin edicilerle (Enküçük Kareler) yapılan varyans unsurları tahminlerindeki bazı problemler bir çok araştırmacının dikkatini çekmiştir. Örneğin, Henderson (1953), varyans analizi yöntemini dengesiz veriler için

genişletmiş ve hayvan ıslahı çalışmalarında varyans unsurlarının yansız tahminlerini veren üç yöntem tanıtmıştır. Bu yöntemlerle yapılan varyans unsurları tahmini, kareler ortalamalarının beklenen değerlerine eşitlenmesi ve elde edilen doğrusal eşitliklerin çözümüne; yani Enküçük Kareler yöntemine dayanmaktadır. Bu yöntemlerden Yöntem-1, dengeli verilerdeki kareler toplamının benzeri olarak dengesiz verilerdeki kareler toplamını kullanmaktadır. Yöntem-2, modeldeki tüm sabit etkiler için düzeltme yaptıktan sonra düzeltilmiş verilere Yöntem-1'i uygulamaktadır. Yöntem-3 ise sabit ve şansa bağlı etkilerin her ikisini de içermektedir ve negatif tahmin problemi bu yöntemle kısmen de olsa giderilebilmiştir.

Her üç yöntemde de varyans unsurlarının negatif tahmini ortaya çıkabilmektedir. Negatif varyans unsurları tahminlerinin ortaya çıkışı genellikle veriye uygun olmayan modellerin kullanılmasına bağlanmıştır (Smith ve Murray, 1984). Uygun modellerin kullanımında dahi negatif tahminlerin ortaya çıktığı dikkate alındığında, bu yaklaşımın da tatmin edici olmadığı görülmektedir.

Varyans unsurlarının tahmini için Henderson'ın sunduğu yöntemlerle ilgili bir diğer problem de yöntemlerin açık olarak tanımlanmamış olmasıdır. Bir başka ifadeyle, hangi varyans analizi tablosundan hangi kareler ortalamasının kullanılacağı açık olarak ortaya konmamıştır. Yine bu yöntemlerin, varyans unsurları tahmininde kullanılacak genel bir yönteme nasıl genelleştirilebileceği de açık değildir (Searl, 1971).

Enküçük Kareler ile varyans analizine dayanan yöntemlerde, araştırmacıların üzerinde durdukları esas problem, negatif varyans tahminlerinin elde edilebilmesidir. Örneğin, yukarıda verilen modeli ele aldığımızda σ_s^2 tahmin edicisi negatif değer alabilir. Bu durum da elde edilecek tahmin edicinin ıslah çalışmalarında kullanılmasının anlamsız olması nedeniyle, pozitif tahminler veren alternatif yöntemlerin kullanımı gerekmektedir.

Modeldeki $\hat{\sigma}_e^2$ nin daima pozitif olmasına karşın diğer tahmin ediciler negatif tahminler verebilirler. Örneğin, boğa varyans unsurunun tahmin edicisi (σ_s^2) pozitif bir olasılıkla negatif bir değer alabilir. Bundan dolayı $BKO < HKO$ olan tek yönlü boğa

modeli σ_s^2 'nin negatif Enküçük Kareler tahminini verir. Tanım itibarı ile σ_s^2 pozitif olduğundan negatif bir tahmin elde edilmesi anlamsızdır (Fırat, 1997b).

Varyans unsurlarının negatif tahminlerinin elde edilmesi durumunda, bu tahminlerin ne şekilde yorumlanacağı, çalışmalarda kullanılıp kullanılmayacağı konusunda ortak bir yargı yoktur. Bunun esas nedeni gerçek durumun tam olarak bilinmemesidir. Böyle bir problemin varlığı, istatistiksel yorumlama için daha iyi bir metodoloji ve verileri daha iyi tanımlayan modellerin kullanılması gerektirmektedir.

Varyans unsurlarının tahmininde Enküçük Kareler yöntemi uzun zaman kullanılmış, fakat negatif varyans tahmini vermesi bir çok bilim adamını başka yöntemler aramaya yönlendirmiştir. Özellikle, bilgisayar teknolojisindeki ilerlemelere paralel olarak, olabilirlik teorisine dayanan yöntemler hayvan ıslahında varyans unsurlarını tahmin etmede yoğun olarak kullanılmaya başlamıştır.

Thompson (1962), negatif tahminin nedenlerini:

- a) Kullanılan modelin yanlış olabileceğine,
 - b) İstatistiksel hatanın gerçek fiziksel değeri gizlemesine,
- dayandırmıştır.

Scheffe (1961), şansa bağlı etki modellerinde negatif tahmini sıfıra eşitleyerek sorunu çözmeyi önermiş, fakat bu öneri yansızlığı ortadan kaldırması nedeniyle kabul edilebilir bir yaklaşım olarak değerlendirilmemiştir.

Enküçük Kareler ile ANOVA tahminlerinin aksine, ML ve REML yöntemleri, dengesiz verilerden elde edilen varyans unsurlarının tahmininde ve herhangi bir karışık veya şansa bağlı model için kullanılabilirler. Yine REML tahminleri her zaman kendi istatistiksel parametre uzayı içerisinde tanımlanırlar ve daha tutarlıdır. Buna rağmen REML'in asimtotik dağılımına dayalı olarak yapılan güven aralıkları negatif değerler alabilirler.

Son yıllarda varyans unsurlarının tahmini için geliştirilen Bayesian yöntemleri, ANOVA yöntemlerinde karşılaşılan bu negatif tahminleri ortadan kaldırmaktadır. Bayesian yöntemlerinin diğer yöntemlere nazaran çok daha güvenilir olduğu da

bildirilmektedir (Fırat, 1995; Bek ve ark, 1998). Buna rağmen, bu yöntem daha yoğun hesaplamalara neden olmakta ve daha fazla hesaplama zamanı gerektirmektedir.

Bir çok modelde katlı integrallerin kullanılması gerekmektedir. Bu özellikteki analitik yöntemleri çözmek ise oldukça güçtür. Çünkü, bu sayısal integrasyon tekniklerinde ilgilenilen fonksiyonların marjinal dağılımlarının kullanılması zorunludur (Fırat,1995). Bu nedenlerle bu çalışmada, Bayesian hesaplamaları için Geman ve Geman (1984) tarafından tanıtılan ve sayısal bir integrasyon yöntemi olan Gibbs örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, Wang ve ark. (1993) tarafından tek değişkenli (univariate) karışık doğrusal modellerde varyans unsurlarının tahmininde kullanılmış ve daha sonra da Wang ve ark. (1994), Gibbs örnekleme algoritmalarının skalar bir versiyonu içerisinde varyans unsurlarına ait sabit ve şansa bağlı etkilerle ilgili marjinal yorumlar elde edilmiştir.

Bayesian yöntemlerinde, bilinmeyen parametreler ile ilgili ön bilgiler (prior information), bu parametrelere ön dağılımlar belirlemek suretiyle yorumlama işlemine dahil edilirler ve böylece negatif varyans unsurları tahminleri önlenmiş olur.

Çiftlik hayvanlarının ıslahı için yapılan seleksiyon çalışmalarında, ön dağılımın kullanılması kaçınılmazdır. Çünkü, araştırmacılar ve/veya yetiştiriciler daha önceki çalışmalardan elde ettikleri parametrelerle ilgili ön bilgilere sahiptirler. Örneğin, farklı ırklar için veya aynı ırklar üzerinde yapılan farklı denemelerden elde edilen kalıtım dereceleri için benzer sonuçlar beklenmektedir.

Bu çalışmada, Ceylanpınar Tarım İşletmesi Siyah Alaca sığır populasyonunda süt verimi ile ilgili varyans unsurları ve bunların fonksiyonları olan genetik parametreler (kalıtım derecesi), boğa ve ineklerin damızlık değerleri ve süt verimi üzerinde etkili olabilecek çevresel faktörlerin etkileri farklı modeller (boğa ve hayvan modelleri) altında Bayesian ve REML yöntemleriyle tahmin edilmiştir. Böylece, özellikle ülkemiz için önemli bir damızlık materyal kaynağı olan Ceylanpınar Tarım İşletmesi Siyah Alaca sığır populasyonunda süt verimlerinin iyileştirilmesi yönünde yapılacak seleksiyon ve ıslah çalışmaları için son derece önemli olan genetik parametrelerin, damızlık değerlerin ve verim üzerinde etkili olabilecek çevresel

faktörlere ait etki paylarının güncel olan bu yöntemlerle gerçeğe en yakın ve güvenilir tahminleri elde edilmiştir.

Bu çalışma ile ayrıca, analizlerde farklı yöntem ve modeller kullanılarak, bu yöntem ve modellerin genetik parametre ve damızlık değerleri tahminleri üzerindeki etkileri incelenmiş; kullanılan bu yöntem ve modellerin etkinliği ve güvenilirliği konusunda yorumlar da yapılmıştır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada kullanılan REML ve Bayesian yöntemleri, günümüzde biyolojik çalışmalardan elde edilen verilerde, özellikle de hayvan ıslahı çalışmalarında yoğun olarak kullanılmaktadır. Süt sığırcılığı üzerinde daha önce yapılmış olan bu çalışmalar aşağıda özetlenerek verilmiştir.

Swalve ve Van Vleck (1987), hayvan modeli altında EM algoritması ve REML yöntemini kullanarak New York'ta Holstein ırkı ineklerden (15 sürüdeki toplam 5970 baş inekten) elde edilen 1., 2. ve 3. laktasyon süt verimlerine (toplam 11903 adet kayıt) ait kalıtım derecelerini, genetik ve fenotipik korelasyonları tahmin etmişlerdir. Çalışma sonucunda, 1., 2. ve 3. laktasyon süt verimleri için kalıtım derecesi tahminlerini sırasıyla 0.33, 0.33 ve 0.34 olarak bildirilmiştir. Çalışmada 1. laktasyonla 2. laktasyon arasındaki genetik korelasyonlar 0.86, 1. laktasyonla 3. laktasyon arasında 0.85, 2. laktasyonla 3. laktasyon arasında ise 0.87 olarak; laktasyonlar arasındaki fenotipik korelasyonlar da sırasıyla 0.57, 0.52 ve 0.65 olarak bildirilmiştir.

Dong ve Van Vleck (1988), New York'ta 12 sürüdeki toplam 8044 Holstein ırkı inekten aldıkları 1. laktasyon kayıtlarını kullanarak süt, yağ ve protein verimleri için genetik ve fenotipik kovaryansları hayvan modeli altında REML ile hesaplamışlardır. Bu hesaplamaları yaparken tam akrabalıkları (full relationships), kaydı bulunmayan hayvanlar dışındaki tam akrabalıkları (full-less base relationships) ve yalnız boğa akrabalıklarını (sire-only relationships) dikkate alarak kalıtım derecelerini tahmin etmişlerdir. Bu çalışmaya göre; tam akrabalıklar kullanıldığında süt, yağ ve protein verimleri için kalıtım dereceleri ortalama 0.35, kaydı bulunmayan hayvanlar dışındaki tam akrabalıklar kullanıldığında 0.33, yalnız boğa akrabalıkları kullanıldığında ise 0.25 olarak bildirmişlerdir.

Dong ve Van Vleck (1988)'in bildirdiğine göre, Lawlor (1984), boğa modeli altında REML ile süt ve yağ verimi için kalıtım derecelerini tahmin etmiş ve boğalar arasındaki akrabalıklar dikkate alındığında, süt verimi için kalıtım derecesinin 0.17'den 0.19'a, yağ verimi için ise 0.22'den 0.26'a yükseldiğini bildirmiştir.

Carabano (1989), yaptığı çalışmada ABD'den ithal edilen Holstein semeni ile İspanya süt sığırları populasyonu içindeki Holstein genlerinin etkisi ve genotip ile çevre arasındaki interaksyonu incelemiştir. Çalışmada kullanılan tüm analizlerde doğrusal birden fazla karakter modelleri kullanılarak süt ve yağ verimleri için genetik varyanslar REML yöntemleri ile tahmin edilmiştir. REML eşitlikleri için yapılan çözümlerde beklenen maksimizasyon (EM) algoritmaları kullanılmıştır.

Çalışmada, veri setleri İspanya Tarım Bakanlığı (210 boğa ve 10780 adet kayıt) ve United States Department of Agriculture (USDA)'dan (1000 boğa ve yaklaşık 800000 adet kayıt) elde edilmiş 305 gün 1. laktasyon verim kayıtlarından oluşmuştur. Sadece 74 boğanın kız verim kayıtları her iki veri seti içinde de yer almıştır.

Çalışma sonucunda, kalıtım dereceleri İspanya 1. veri setinden süt verimi için 0.16, yağ verimi için 0.14, 2. veri setinden süt verimi için 0.12, yağ verimi için ise 0.09 olarak bulunmuştur. Her iki veri seti için de genetik korelasyonlar 0.94, fenotipik korelasyonlar ise 0.91 olarak bildirilmiştir. Yine kalıtım dereceleri ABD 1. veri setinden süt verimi için 0.33, yağ verimi için 0.31, 2. veri setinden süt verimi için 0.26, yağ verimi için ise 0.24 olarak bulunmuştur. Her iki veri seti için genetik korelasyonlar 0.66, fenotipik korelasyonlar ise 0.81 olarak bildirilmiştir.

Ülkeler arasındaki genetik korelasyon ortalama 0.81, fenotipik korelasyon ise 0.50 olarak bulunmuştur.

Tempelman ve Burnside (1990), Kanada Holsteinleri üzerinde yaptıkları çalışmada süt ve yağ verimleri için eklemeli ve dominans etkileri DFREML (Derivative Free REML) yöntemiyle tahmin etmişlerdir. Çalışma sonucunda, kalıtım dereceleri süt verimi için 0.41, yağ verimi için ise 0.32 olarak bulunmuştur. Yağ verimi için toplam genetik varyansın %25'inin dominans etkiden kaynaklandığı, süt verimi için ise dominans etkinin istatistiki açıdan önemsiz olduğu bildirilmiştir.

Juga (1992), İngiltere'de yaptığı çalışmada, Finnish ve Ayrshire sığır ırklarından elde edilen iki veri setini kullanarak bireysel hayvan modeli altında ve REML yöntemlerini kullanarak kalıtım derecelerini hesaplamıştır.

Bu çalışmada 1. veri setinde, 1423 boğa ve 16363 inekten elde edilen 11911 adet 1. laktasyon verimleri kullanılmış ve kalıtım dereceleri süt verimi için 0.40, protein verimi için 0.31 ve yağ verimi için 0.63 olarak bulunmuştur. Protein ve yağ içeriği (yüzdesi) için ise kalıtım derecesi 0.68 olarak bildirilmiştir.

2. veri setinde, 1335 boğa ve 11262 inekten elde edilen 8140 adet 1. laktasyon kaydı, 5688 adet 2. laktasyon kaydı, 3717 adet 3. laktasyon kaydı kullanılmış ve kalıtım dereceleri süt verimi için 0.30, protein verimi için 0.26 ve yağ verimi için 0.59 olarak bulunmuştur. Protein ve yağ içeriği (yüzdesi) için ise kalıtım derecesi 0.66 olarak bildirilmiştir. Yine özelliklerin tekrarlanma dereceleri süt verimi için 0.53, protein verimi için 0.51 ve yağ verimi için 0.67 olarak bulunmuştur.

Yine bu çalışmada, 2. veri setindeki 1. laktasyon kayıtları kullanılarak genetik ve fenotipik korelasyonlar da hesaplanmıştır. Genetik korelasyonlar; süt verimi ile protein içeriği arasında -0.61, süt verimi ile yağ içeriği arasında -0.50 ve protein içeriği ile yağ içeriği arasında ise 0.67 olarak bildirilmiştir. Fenotipik korelasyonlar ise tüm özellikler için genetik korelasyonlardan daha az bulunmuştur.

Visscher ve Thompson (1992), İngiltere’de yaptıkları çalışmada, 100 adet büyük Holstein sürüsünden elde edilen ilk üç laktasyon verim kayıtlarını (38811 adet 1. laktasyon, 26223 adet 2. laktasyon ve 16542 adet 3. laktasyon kaydı) hayvan modeli altında REML yöntemleri ile analiz etmişler ve süt, yağ ve protein verimleri için kalıtım derecelerini tahmin etmişlerdir. Çalışma sonucunda, 1. laktasyon verimi için kalıtım dereceleri her üç özellik için de yaklaşık 0.36, 2. ve 3. laktasyonlar için ise yaklaşık 0.30 olarak bildirilmiştir. Yine bu çalışmada 1. laktasyon ve 2. laktasyon süt verimleri arasındaki genetik korelasyon 0.86, 2. laktasyon verimleri ile 3. laktasyon verimleri arasındaki genetik korelasyon ise yaklaşık 1 olarak bildirilmiştir.

Welper ve Freeman (1992), ABD’de yaptıkları çalışmada, 392 boğa ve 5246 Holstein ırkı inekten elde edilen 1. laktasyon verimlerini kullanarak, süt, yağ, laktoz ve protein verim ve yüzdeleri için varyans unsurlarını REML yöntemleri kullanarak analiz etmişlerdir. Bu çalışmada sürü-yıl-mevsim, boğa grupları ve inek yaşları sabit etkiler olarak değerlendirilmiştir. Kalıtım dereceleri süt verimi için 0.30, protein verimi için 0.27, yağ verimi için 0.29 ve laktoz verimi için ise 0.26 olarak bildirilmiştir. Yine

kalıtım dereceleri, protein yüzdesi için 0.45, yağ yüzdesi için 0.47 ve laktoz yüzdesi için ise 0.53 olarak bildirilmiştir.

Bu çalışmada özellikler arasındaki genetik korelasyonlar, laktoz yüzdesi ile süt verimi arasında -0.30, laktoz yüzdesi ile protein verimi arasında -0.16, laktoz yüzdesi ile yağ verimi arasında -0.21, laktoz yüzdesi ile yağ yüzdesi arasında 0.10 ve laktoz yüzdesi ile protein yüzdesi arasında 0.29 olarak bildirilmiştir.

Yine özellikler arasında fenotipik korelasyonlar; laktoz yüzdesi ile süt verimi arasında -0.08, laktoz yüzdesi ile protein verimi arasında -0.02, laktoz yüzdesi ile yağ verimi arasında 0.01, laktoz yüzdesi ile yağ yüzdesi arasında 0.11 ve laktoz yüzdesi ile protein yüzdesi arasında 0.29 olarak bildirilmiştir.

Misztal ve ark (1992), ABD’de yaptıkları çalışmada, 20836 adet Holstein ırkı inekten elde edilen süt verim kayıtlarından, hayvan modeli altında birden fazla verim için REML yöntemlerini kullanarak süt, yağ ve protein verimleri arasındaki genetik ilişkileri araştırmışlardır. Modelde 2358 sürü etkisi, 28749 hayvan etkisi ve 23 ebeveyni belli olmayan grup etkisi alınmıştır. Çalışma sonucunda, kalıtım dereceleri süt verimi için 0.44, yağ verimi için 0.42 ve protein verimi için ise 0.40 olarak bildirilmiştir. Yine bu çalışmada sütçülük özellikleri (meme derinliği vb.) ile verimler arasındaki genetik korelasyonlar 0.59 ile 0.68 arasında bildirilmiştir.

Harris ve ark (1992), ABD’de Guernsey ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada süt, yağ ve protein verimleri için boğalar arasındaki akrabalıkları dikkate alarak boğa modeli altında ve birden fazla verim için REML yöntemlerini kullanarak, genetik ve fenotipik korelasyonları hesaplamışlardır. Bu çalışmada, 68109 adet 1. laktasyon verim kaydı kullanılmış ve kalıtım derecesi süt verimi için 0.31 ile 0.37 arasında, özellikler arasında genetik korelasyonları 0.80 ile 0.92 arasında, fenotipik korelasyonları ise 0.86 ile 0.94 arasında bildirmişlerdir.

Albuquerque ve ark (1994), Kanada’da yaptıkları çalışmada, 54634 Holstein ırkı inekten elde edilen 110779 adet süt verim kaydını kullanarak süt verimi, yağ verimi ve protein verimi için kalıtım derecelerini hayvan modeli altında DFREML yöntemi kullanarak tahmin etmişlerdir. Bu çalışmada, analizlerde 1., 2. ve 3. laktasyon verimlerini kullanmışlar ve 1. laktasyon verim kayıtlarından süt verimi için kalıtım

derecesini 0.34, yağ verimi için 0.35, protein verimi için ise 0.40; 2. laktasyon süt verimi için kalıtım derecesini 0.31, yağ verimi için 0.33, protein verimi için 0.39; 3. laktasyon süt verimi için kalıtım derecesini 0.27, yağ verimi için 0.31, protein verimi için ise 0.37 olarak bildirmişlerdir. Yine aynı özellikler için 1., 2. ve 3. laktasyon verimleri için genetik korelasyonlar ortalama 0.80 ve fenotipik korelasyonlar ise 0.52 ile 0.66 arasında hesaplanmıştır.

Suzuki ve ark (1994), yaptıkları çalışmada Hokaido'da Süt Sığırları Test Birliğinden elde edilen ilk üç laktasyon verimlerini içeren yaklaşık 24000 veriyi kullanarak DFREML yöntemi ile süt, yağ ve protein verimleri için kalıtım derecelerini hesaplamışlardır. Çalışmada, sürü-yıl, buzağılama ayı ve buzağılama yaşı sabit etkiler olarak alınırken, eklemeli genetik etkiler, sürekli ve geçici çevre etkileri ise şansa bağlı etkiler olarak alınmıştır. Çalışma sonucunda, süt ve yağ verimleri için kalıtım derecesi yaklaşık 0.30, protein verimi için ise 0.26 olarak hesaplanmıştır. Bu özelliklere ait tekrarlanma dereceleri ise 0.52 ile 0.54 arasında bildirilmiştir.

Campos ve ark (1994a), Florida'da yaptıkları çalışmada, 8 Holstein ve 6 Jersey sürüsünden elde ettikleri 1. laktasyon verimleri için (4293 baş Holstein ve 2143 baş Jersey) hayvan modeli altında DFREML yöntemini kullanarak süt verimi ve süt içeriği özelliklerine (yağ, protein ve SNF: Solid Non-Fat) ait kalıtım derecelerini hesaplamışlardır. Analizlerde genetik varyanslar, ineklerin tahmin edilmiş damızlık değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda süt verimi için kalıtım derecesi 0.27 ile 0.43, süt içeriği özellikleri için ise 0.38 ile 0.51 arasında saptanmıştır.

Campos ve ark (1994b), Florida'da, 8 Holstein ve 6 Jersey sürüsünden 1984-1992 yılları arasında elde ettikleri 305 gün ilk laktasyon verimleri için (4293 baş Holstein ve 2143 baş Jersey) hayvan modeli altında DFREML yöntemini kullanarak günde 3 sağımın süt verimi, yağ verimi ve protein verimleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada, Holstein ırkı sığırlar için günde 3 sağımın, günde 2 sağıma göre süt veriminde %17.3, yağ veriminde %12.3, protein veriminde ise %8.8'lik bir artış sağladığı; Jerseylerde ise süt veriminde %6.3, yağ veriminde %6.2, protein veriminde ise %4.3'lük bir artış sağladığını bildirmişlerdir.

Fırat (1995), tek yönlü boğa modeli için ANOVA (Enküçük Kareler) ve Gibbs örnekleme yöntemleriyle, normal dağılış gösteren ortalamasının (μ) 0, boğa varyansının (σ_s^2) 0.025 ve hata varyansının (σ_e^2) 0.975 olduğu simüle edilmiş 4 farklı veri setinden kalıtım derecelerini hesaplamış ve elde edilen sonuçları karşılaştırmıştır. Bu çalışmada kullanılan her veri setinde 25 boğa (familya) ve her bir boğanın 20 dölü olduğu varsayılmıştır.

Gibbs örnekleme algoritmasını 4 veri seti için de uygulamış ve marjinal son ortalamaları (marjinal posterior means) ve standart sapmaları 1000 Gibbs örneğine dayandırmıştır. Çalışma sonucunda, ANOVA yöntemiyle kalıtım derecesini -0.073 ile 0.306 arasında bulurken, Gibbs örnekleme yöntemiyle 0.031 ile 0.129 arasında bildirmiştir.

Fırat ve Bek (1997), aşağıda verilen yapay verileri kullanarak varyans unsurlarının Maksimum Olabilirlik (ML) ve Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik (REML) tahminlerini elde etmişlerdir. Bu çalışma için, dört boğa (s_1, s_2, s_3, s_4) ve her boğanın 3 kızına ($n=3$) ait simüle edilmiş aşağıda verilen fenotipik değerler kullanılmıştır.

ML ve REML Tahminleri İçin Kullanılan Yapay Veriler

Boğalar	Döller		
	$j=1$	$j=2$	$j=3$
s_1	10	12	8
s_2	10	12	14
s_3	6	11	7
s_4	18	17	7

Çalışmada, SAS (1987) paket programının PROC VARCOMP prosedürü kullanılmış ve varyans unsurları (σ_s^2 ve σ_e^2)'nın ML ve REML tahminleri $\hat{\sigma}_{s(ML)}^2 = 0.66$, $\hat{\sigma}_{s(REML)}^2 = 2.33$, $\hat{\sigma}_{e(ML)}^2$ ve $\hat{\sigma}_{e(REML)}^2 = 13.00$ şeklinde bildirilmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde, σ_e^2 'nin ML ve REML tahminlerinin aynı olduğu σ_s^2 tahminlerinin ise farklı olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, REML yönteminin bu parametreyi ML'ya oranla daha yansız tahmin etmesine dayandırılmıştır.

Çalışmada, her iki yöntem ile bulunan σ_e^2 'nin tahmin edicileri birbirine eşit çıkarken, σ_s^2 'nin tahmin edicileri REML'da ($BKO-HKO$)/n ile, ML'de ise $[(1-1/s) BKO-HKO]/n$ formülü kullanılarak elde edilmiştir. Formüllerde verilen BKO boğa kareler ortalamasını, HKO hata kareler ortalamasını, s ise boğa sayısını göstermektedir. Bu iki yöntemi birbirinden ayıran diğer en önemli özellik ise, REML'in μ 'nün tahminini vermemesine karşılık, ML'nin μ 'nün tahminini vermesi şeklinde bildirilmiştir.

Jamrozik ve Schaeffer (1997), Holstein ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, sabit ve şansa bağlı etkileri içeren bir doğrusal regresyon modeli altında, Bayesian yöntemi için marjinal son dağılımları (marjinal posterior distributions) veren Gibbs örneklemesini kullanarak varyans ve kovaryans unsurlarını tahmin etmişlerdir. Çalışmada tek özellik modeli altında ilk laktasyon verimlerine ait kontrol günü süt verim kayıtları analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda kalıtım dereceleri süt verimi için 0.35, yağ ve protein verimleri için ise 0.28 olarak bulunmuştur. Yine bu çalışmada kontrol günü süt verim kayıtlarından hesaplanan kalıtım derecelerinin 305 gün süt verimlerinden hesaplanan kalıtım derecelerinden daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Boettcher ve Gibson (1997), 1990-1994 yılları arasında ilk doğumunu yapmış Kanada Holsteinleri (245510) üzerinde anadan gelen soy (maternal lineage) etkilerinin süt, yağ ve protein verimleri ile birlikte yağ ve protein yüzdeleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada, anadan gelen soy etkilerine ait varyansların Bayesian son tahminleri (Bayesian posterior estimates) Gibbs örnekleme yöntemi kullanılarak elde edilmiş ve anadan gelen soy etkilerine ait varyans tahminlerinin tüm özellikler için toplam varyansın %0.5'inden daha küçük olduğu bildirilmiştir. Bulunan bu etki düzeyinin ineklerin damızlık değerlerine göre sıralanmasında önemli düzeyde etkili olduğu da bildirilmiştir.

Fırat ve ark (1997a), yaptıkları çalışmada 40 denenmiş (proven) ve 649 denenmemiş boğanın kızı olan 28873 baş İngiliz Holstein ırkı düveden elde edilen kontrol günü süt verimleri ve 305-gün süt verimi için REML ve Bayesian yöntemleri kullanarak kalıtım dereceleri ve kovaryetleri tahmin etmişlerdir. Bu çalışmada, tek özellik (univariate) REML analizi ile kontrol günü süt verimleri için kalıtım derecesi

0.27 ile 0.40 arasında, 305-gün süt veriminin kalıtım derecesi ise yaklaşık 0.49 olarak hesaplanmıştır. Yine, çalışmada Bayesian tahminleri için Gibbs örnekleme analizi 1000 iterasyon üzerinden hesaplanmıştır. Yapılan Gibbs örnekleme sonucu kontrol günü süt verimleri için kalıtım derecesi 0.28 ile 0.42 arasında bulunurken, 305 gün süt veriminin kalıtım derecesi yaklaşık 0.50 olarak bildirilmiştir.

Fırat ve ark (1997b), yaptıkları çalışmada 40 denenmiş ve 649 denenmemiş boğanın kızı olan 28873 baş İngiliz Holstein ırkı düveden elde edilen kontrol günü süt verimleri için boğa modeli altında Multivariate REML ve Bayesian yöntemleri kullanarak kontrol günü süt verimleri için genetik ve fenotipik korelasyonları hesaplamış ve sonuçları karşılaştırmışlardır. Çalışmada, kontrol günü (10 kontrol günündeki) süt verimleri için genetik korelasyonlar 0.59 ile 0.99 arasında, fenotipik korelasyonlar ise 0.30 ile 0.76 arasında bildirilmiştir. Yine bu çalışmada, Bayesian yorumlamanın daha bilgi verici olmasına rağmen daha fazla işlem zamanı gerektirdiği belirtilmiştir.

Dematawewa ve Berger (1998), ABD’de yaptıkları çalışmada, 11374 sürü-yıl-mevsim etkisini içeren 122715 laktasyon kaydını kullanarak Holstein ırkı sığırlarda laktasyon verimi, döl verimi ve yaşam süresine ait varyans unsurlarını tahmin etmişlerdir. Analizlerde kullanılan süt, yağ ve protein verimleri 305 güne düzeltilmiş veriler olup, 6 özelliğe (sürü-yıl-mevsim, doğum tipi, buzağılama yaşı, buzağı cinsiyeti, doğum kolaylığı sabit etkiler olarak; hayvanlar ve değişen çevre etkileri ise şansa bağlı faktörler olarak) ait varyans unsurları çoklu karakter hayvan modeli altında ve REML yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Analizler sonucu kalıtım dereceleri süt verimi için 0.20, yağ ve protein verimleri için 0.18 olarak bildirilmiştir. Yine bu özelliklere ait tekrarlanma dereceleri süt verimi için 0.42, yağ ve protein verimleri için 0.41 olarak tahmin edilmiştir. Çalışmada verimlerin kendi aralarındaki genetik ve fenotipik korelasyonlar pozitif yönde yüksek bulunurken, verimler ile üreme özellikleri arasında genetik ve fenotipik korelasyonlar ise negatif yönde yüksek bulunmuştur.

Carvalho ve ark (1998), ABD’de Amerikan Holstein ve Lucerna ırkı sığırlar üzerinde yaptıkları çalışmada, günlük süt verim kayıtlarını kullanarak genetik ve çevresel varyans ve kovaryans unsurlarını ve damızlık değerlerini tahmin etmişlerdir.

Analizlerde DFREML yöntemi kullanılmış ve Holstein ırkı sığırlarda ilk laktasyon verimi için kalıtım derecesi 0.42, Lucerna ırkı sığırlarında ise 0.13 olarak tahmin edilmiştir. Çalışmada ilk laktasyon verimi kullanılarak elde edilen damızlık değerler ile tüm laktasyonlar kullanılarak elde edilen damızlık değerleri arasındaki sıra korelasyonlar dişilerde 0.18 ile 0.37 arasında bulunurken, erkeklerde 0.73 ile 0.89 arasında hesaplanmıştır.

Fırat ve Kumlu (2000), Türkiye’de 17 ildeki Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliklerinden 1990-1997 yılları arasında 12220 baş Holstein Friesian ırkı inekten elde edilen ilk üç laktasyona (toplam 20438 kayıt) ait 305 gün süt verim kayıtlarını kullanarak, genetik ve fenotipik parametreler ve bunların fonksiyonlarını REML ve Bayesian yaklaşımlarıyla tahmin etmişlerdir.

Bu çalışmada, tek özellik üvey kardeş boğa modeli (linear mixed model) kullanılmıştır. Analizlerde, sabit etki olarak sürü-yıl-mevsim etkisi, kovaryet olarak ise laktasyon sırası ve buzağılama yaşı alınmıştır.

REML ve Gibbs örnekleme yöntemleri kullanılarak yapılan bu çalışmada, her iki yöntemle de 305 gün süt verimi için kalıtım derecesi yaklaşık 0.19 olarak bildirilmiştir.

Süt sığırcılığı üzerinde konuya ilişkin çalışmalar incelendiğinde, süt verimi ile ilgili varyans unsurları ve bunların fonksiyonları olan genetik parametrelerin ve damızlık değerlerinin REML ve Bayesian yöntemleriyle tahmin edildiği; ancak, yapılan bu tahminlerin yalnız boğa modeli ya da hayvan modeli çerçevesinde gerçekleştirildiği anlaşılmaktadır. Bu çalışmada ise süt verimi ile ilgili varyans unsurları, genetik parametreler ve hayvanların damızlık değerleri her iki model (boğa ve hayvan modelleri) altında da tahmin edilerek, farklı varsayımlara dayanan bu modellerin tahminler üzerindeki etkileri ve güvenilirlikleri üzerinde de durulmuştur.

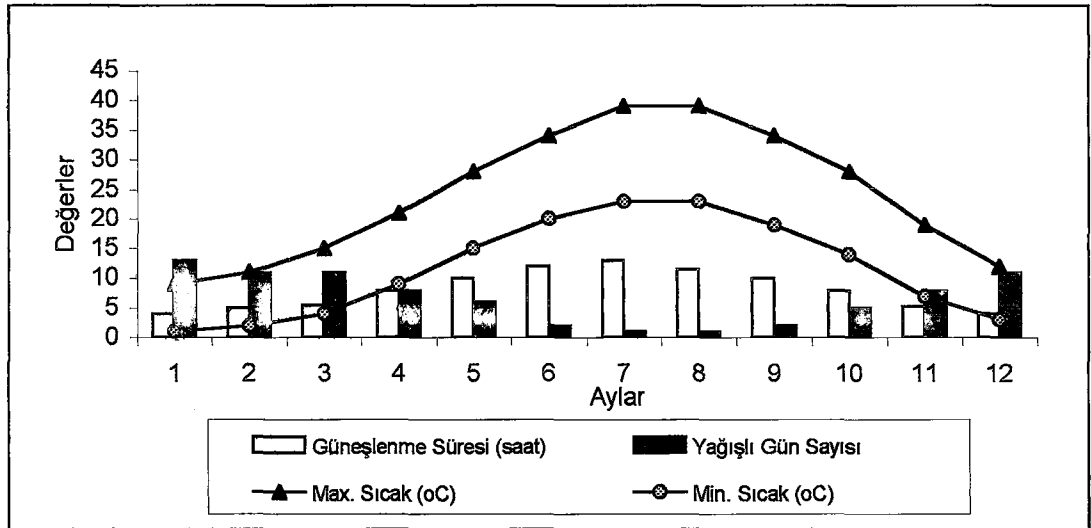
3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak, Ceylanpınar Tarım İşletmesi Siyah Alaca sığır popülasyonundan 1982-1995 yılları arasında doğmuş ve 100 baş boğa ile tohumlanmış 1981 baş inekten 1990-1997 (8 yıllık) yılları arasında elde edilen toplam 4807 laktasyon verim kaydı kullanılmıştır.

Ceylanpınar Tarım İşletmesi Siyah Alaca sığır popülasyonu, 1969-1978 yılları arasında Batı Almanya başta olmak üzere, Hollanda ve Danimarka'dan yapılan ithallerle oluşturulmuş ve ithal edilen hayvanlar çoğaltılarak üretim devam ettirilmiştir (Cebeci, 1990).

Ceylanpınar Tarım İşletmesinin bağlı bulunduğu Şanlıurfa İlinin uzun yıllık bazı meteorolojik verilerine ilişkin olarak aylık ortalama değerler aşağıdaki grafikte verilmiştir (Şekil 3.1). Bu grafik, hayvansal üretimde önemli bir çevre faktörü olarak kabul edilen hava sıcaklığı açısından incelendiğinde, bölgede hava sıcaklığının Ocak ayından başlayarak yükseliş trendi gösterdiği, Temmuz ve Ağustos aylarında maksimum değerlere ulaştığı ve takip eden aylarda ise tekrar düşüş eğilimine girdiği anlaşılmaktadır (URL, 2002).



Şekil 3.1. Şanlıurfa İli Uzun Yıllık Meteorolojik Verileri Aylık Ortalamaları

İşletmede sağimler, birbirinden bağımsız “balık kılçığı” sisteminde 4 bölmeli (her bölmede 12 hayvan olmak üzere toplam 48 hayvan kapasiteli) merkezi sağım ünitesinde, günde 3 kez yapılmaktadır. Hayvanların 24’ü sağılırken diğer 24’ü sağıma hazırlanmaktadır. Sabah sağımı 7⁰⁰-10⁰⁰ saatleri arasında, öğle sağımı 15⁰⁰-17⁰⁰ saatleri arasında, akşam sağımı ise 22⁰⁰-24⁰⁰ saatleri arasında yapılmaktadır. Sağım esnasında kesif yem serbest olarak verilmektedir. Yemleme, sağmal hayvanlara performans ve verim dönemleri dikkate alınarak günde 8-12 kg/baş kesif yem, 7-8 kg/baş kuru yonca otu, 30-40 kg/baş yeşil yonca ve kış döneminde ortalama 40 kg/baş silaj şeklinde yapılırken, su devamlı ve serbest olarak verilmektedir.

İşletmede tohumlamalar, yapay tohumlama şeklinde görevli veteriner hekimler tarafından yapılmaktadır. Yapay tohumlamada kullanılan dondurulmuş semenlerin büyük bir kısmı Samsun Karaköy Tarım İşletmesi’nden sağlanmaktadır. Bunun yanında zorunlu hallerde doğal aşım da kullanılmak üzere işletmede boğa da bulundurulmaktadır.

İşletmede, dişi damızlıkların seçiminde analarının süt verimleri; boğa adaylarının seçiminde ise ana süt verimlerinin yanında pedigri bilgileri dikkate alınmaktadır. Uygulanan bu damızlık seçiminin bilimsel yöntemlerinden uzak olduğu, bu nedenle de damızlık seçimindeki isabetin düşük olacağı bir gerçektir.

3.2. Metod

Bu çalışmada, süt verimi ile ilgili genetik parametrelerin ve damızlık değerlerinin tahmininde Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik (Restricted Maximum Likelihood: REML) ve Bayesian yöntemleri kullanılmıştır. REML tahminleri hem hayvan modeli altında (DFREML Ver 3.0 β programı kullanılarak) hem de boğa modeli altında (SAS Institute, Sürüm 6.03, 1987) yapılmış, Bayesian analizi için ise iteratif bir yöntem olan Gibbs örnekleme yöntemi (GIBBSMZF programı) kullanılmıştır.

3.2.1. Yöntemlerin Genel Tanıtımları

Hayvan ıslah çalışmalarında varyans ve kovaryans tahminleri yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu tahminler:

- a) Seleksiyon indekslerinin oluşturulmasında,
- b) Karışık BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) modellerinde,
- c) Islah programlarının planlanmasında,
- d) Kalıtım derecesi, genetik, çevresel ve fenotipik korelasyonlar gibi genetik parametrelerin tahmininde,
- e) Kantitatif özelliklerin genetik mekanizmalarının açıklanmasında kullanılmaktadır.

Günümüzde, varyans ve kovaryans unsurlarının tahmininde kullanılan bir çok yöntem bulunmaktadır. Özel durumlarda, bu yöntemlerden hangisinin kullanılacağına karar verirken yöntemin hesaplama kolaylığının yanında, tahminler için seleksiyon uygulanmayan bir popülasyondan rastgele alınmış bir örnekten elde edilen veri setinin mi, yoksa seleksiyona tabi bir popülasyondan alınan veri setinin mi kullanılacağı üzerinde durulması gereken önemli bir konudur (Henderson, 1986).

Şansa bağlı etkiler olarak bilinen varyans unsurları modellerinin ilk uygulamaları örneklemelerle oluşturulmuş deneme planları üzerinde yapılmıştır. Yöntemler, genellikle dengeli veriler veya tek faktörlü dengesiz veriler için dar bir uygulama alanında kullanılmıştır (Bek ve ark, 1998).

Islah çalışmalarında üzerinde durulan özelliğin kalıtım derecesi hakkındaki bilgi yapılacak ıslah çalışmalarına yön verilmesi ve bu çalışmalardan güvenilir sonuçlar alınması açısından son derece önemlidir. Bu amaçla kalıtım derecesinin tanımı kapsamında, ele alınan herhangi bir kantitatif karakter için gözlenen toplam fenotipik varyansı oluşturan genetik ve çevresel kaynaklı varyans unsurların ve bunların fonksiyonlarının saptanması gerekmektedir.

Genetik ve çevresel varyans unsurların tespiti için geliştirilen istatistiksel analiz yöntemleri, bilgisayar teknolojilerindeki hızlı gelişimle birlikte önemli bir ivme kazanmıştır. Böylece, özellikle son 30-40 yıl içerisinde varyans unsurlarının tahmini

için bir çok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin başında Enküçük Kareler ile Varyans Analizi (ANOVA) yöntemi ve olabilirlik esasına dayanan yöntemlerden Maksimum Olabilirlik (ML), Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik (REML) ve Bayesian yöntemleri gelmektedir.

3.2.1.1. Maksimum Olabilirlik (Maximum Likelihood: ML) Yöntemi

ML yöntemleri ilk kez Crump (1951) tarafından önerilmiş ve Hartley ve Rao (1967) tarafından genel şekliyle ortaya konmuştur. Veriler için varsayımlar ve model verildiğinde varyans unsurları ve bunlarla ilgili parametreler için olabilirlik hesaplanabilir.

Maksimum Olabilirlik Teorisi:

N Bağımsız Gözlem: y_i , ortalaması μ ve varyansı σ^2 olan Normal dağılış gösteren bir populasyondan alınan N bağımsız gözlem değerini temsil ettiği ve $y_i \sim N(\mu, \sigma^2)$ ($i = 1, \dots, N$) normal ve birbirinden bağımsız olarak dağılış gösterdikleri varsayıldığında, verilerin maksimum olabilirlik fonksiyonu aşağıdaki gibi hesaplanır (Rao, 1973).

$$L(\mu, \sigma^2; y_i) = \prod_{i=1}^N f(y_i; \mu, \sigma^2)$$

$$= \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1}{2}N} (\sigma^2)^{\frac{1}{2}N}} \exp \left[-\frac{1}{2} \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \mu)^2}{\sigma^2} \right] \quad (3.1)$$

Bu durumda örnek ortalama ve varyansı sırasıyla:

$$\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \quad \text{ve} \quad s^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2 \quad \text{olur.}$$

$$\sum_{i=1}^N (y_i - \mu)^2 \text{ ifadesi:}$$

$$\sum_{i=1}^N (y_i - \mu)^2 = Ns^2 + N(\bar{y} - \mu)^2 \text{ şeklinde yeniden düzenlenebilir.}$$

Bu eşitliği kullanarak (3.1) nolu eşitlikteki olabilirlik fonksiyonu aşağıdaki şekilde yazılır.

$$L(\mu, \sigma^2; y_i) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1}{2}N} (\sigma^2)^{\frac{1}{2}N}} \exp \left[-\frac{1}{2} \frac{s^2 + (\bar{y} - \mu)^2}{\sigma^2 / N} \right] \quad (3.2)$$

ve log-olabilirlik fonksiyonu ise:

$$l = \log L(\mu, \sigma^2; y_i) = -\frac{N}{2} \left[\ln 2\pi + \ln \sigma^2 + \frac{s^2 + (\bar{y} - \mu)^2}{\sigma^2} \right] \text{ şeklinde elde edilir.}$$

Bu fonksiyonun sırasıyla μ ve σ^2 'ye göre kısmi türevleri alındığında,

$$\frac{\partial \log L(\mu, \sigma^2; y_i)}{\partial \mu} = \frac{N(\bar{y} - \mu)}{2\sigma^2} \quad (3.3)$$

$$\frac{\partial \log L(\mu, \sigma^2; y_i)}{\partial \sigma^2} = -\frac{N}{2\sigma^2} \left[1 - \frac{s^2 + (\bar{y} - \mu)^2}{\sigma^2} \right] \quad (3.4)$$

elde edilir. (3.3) ve (3.4) nolu eşitlikler sıfıra eşitlenerek çözüldüğünde, ML tahminleri aşağıdaki gibi elde edilmiş olur.

$$\hat{\mu} = \bar{y} \quad \text{ve} \quad \hat{\sigma}_M^2 = s^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2 \quad (3.5)$$

Eğer, μ biliniyorsa, σ^2 'nin ML tahmin edicisi, (3.4) nolu eşitlikteki ifade sıfıra eşitlenerek σ^2 için çözüldüğünde elde edilebilir.

$$\hat{\sigma}^2 = s^2 + (\bar{y} - \mu)^2 \quad (3.6)$$

Bu tahmin daima ML tahmin edicisi olan s^2 'ye eşit veya daha büyüktür. Gerçekte, μ bilinmez, ve μ 'nün ML tahmin edicisinin (3.5) nolu eşitlikte verilen $\bar{y}$ 'ya eşit olduğu varsayılarak, σ^2 'nin tahmin edicisi belirlenir ve bulunan bu değer de s^2 'ye eşit olur.

ML yaklaşımının avantajları:

- a) Kavramsal olarak basit ve iyi tanınmış olması,
- b) Verilerin dengeli olmaları ile ilgili varsayımlara ihtiyaç göstermemesi ve,
- c) Tahmin edicilerinin her türlü yeterli istatistiğin fonksiyonları olup tutarlı olarak normal ve etkili olmaları şeklinde bildirmiştir (Harville, 1977).

Bununla birlikte, ML yaklaşımıyla varyans unsurlarına ait fonksiyonların (örneğin; kalıtım derecesi) tahminleri, yaklaşık standart hatalarıyla birlikte kolayca elde edilebilirler. Daha da önemlisi, bazı dengesiz deneme planları için, ML tahmin edicileri ile yakından ilgili varyans unsuru tahmin edicileri de mevcuttur. Aynı zamanda bunlar Henderson'ın tahmin edicilerinden daha küçük varyansa sahiptirler.

Dengeli verilerde ML tahmin edicilerin, ANOVA tahmin edicilerinden farklı olması bir dezavantaj olarak görülmesine karşın, ANOVA tahmin edicilerinin dengeli verilerde en iyi kuadratik yansız tahmin edici olduğu gösterilmiştir (Graybill ve Hultquist, 1961). Gerçekten, ML tahmin edicileri genellikle aşağı doğru yanlıdırlar. Çünkü, bu yöntem sabit etkilerden kaynaklanan serbestlik derecesindeki kaybı dikkate almamaktadır (Patterson ve Thompson, 1971).

Yanlılık problemi REML yöntemi kullanılarak giderilebilir. Bu yöntem ise ilk kez Thompson (1962) tarafından açıklanmış ve daha sonra da Patterson ve Thompson (1971) tarafından blok büyüklükleri eşit olmayan eksik blok planları için önerilmiştir.

REML ile ANOVA yöntemi, muamele kareler toplamı ve serbestlik derecesinin her ikisinin de hata dağılımlarının tahmininde kullanıldığı durumlarda,

birbirlerine oldukça benzemektedirler. Dengeli verilerde, REML' i tahmin eden eşitlikler ANOVA'nın tahmininde kullanılan eşitliklere indirgenirler. Böylece, eğer ANOVA tahminleri parametre aralığı içinde iseler, bunlar aynı zamanda REML tahminlerini verirler (Gianola ve Foulley, 1990). Bununla birlikte, genellikle Henderson yöntemleri ve REML arasındaki tek benzerlik her ikisinde de kareler ortalamalarının beklenen değerlerine eşitlenmesidir (Harville, 1977).

ANOVA'nın aksine, ML ve REML'in her ikisi de, herhangi bir karışık veya şansa bağlı model ile kullanılabilen dengesiz verilerden varyans unsurlarını tahmin eden yöntemlerdir.

REML, ML'den kaynaklanan yanlılığı azaltırken olabilirliğe dayalı bir tahmin edici elde etmektedir. Bununla birlikte REML tahmin edicileri de yanlıdır ve bunlar kısmi olabilirlikten elde edildiklerinden ML'nin varyans tahminlerinden daha küçük tahminler beklenmelidir (Gianola ve Foulley, 1990). Örneğin, dengeli verilerin tek yönlü varyans unsurları modelinden REML eşitsizliklerinin çözümü yansız olup, REML tahmin edicilerini elde etmek üzere bu çözümleri uygulayan yöntem, s^2 ' nin yukarı doğru yanlı olan bir tahmin edicisini vermektedir.

Harville ve Callanan (1990), karışık doğrusal modellerden varyans unsurlarını tahmin etmek için kullanılan olabilirlik teorisine dayalı yöntemlerden, özellikle REML'in hayvan ıslahçıları ve diğer bilim adamları arasında yoğun olarak tercih edildiğini bildirmişlerdir. Bu tercihin esas nedeni bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler ve Henderson'ın karışık model eşitliklerine dayanan basit ve etkili algoritmaların bulunmasıdır. REML yönteminin seleksiyondan kaynaklanan yanlılığı kontrol etmede oldukça etkili olması, yöntemin hayvan ıslahında arzu edilen bir yöntem olarak kabul edilmesine ve ANOVA'nın zamanla yerini bu yönteme bırakmasına neden olmuştur.

Harville (1977), varyans unsuru tahmini için ML yaklaşımlarının kapsamlı bir incelemesini yapmıştır. Bu yaklaşımlar kullanılacak modelde birkaç şansa bağlı etkinin olmasına izin verirler ve olabilirlik fonksiyonunun sadece sabit etkilere bağlı olmayan kısmını varyanslara göre maksimize ederler. REML tahminleri tanım itibarıyla daima kendi istatistiksel parametre uzayı içinde, tutarlı, asimtotik olarak normal ve

etkilidirler. ML ve REML tahminlerinin uygun parametre uzayı içinde olmasına rağmen asimtotik normal dağılımlarına dayalı güven aralıkları negatif değerler alabilirler (Gianola ve Foulley, 1990). Bu durum genellikle olabilirliğe dayalı yöntemlerin tartışılmasında dikkate alınmamıştır. Bayesian yöntemlerinin kullanımı ise bu problemi önemli ölçüde ortadan kaldırmıştır.

3.2.1.2. Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik (Restricted Maximum Likelihood: REML) Yöntemi

REML yönteminin, ML yönteminden en önemli üstünlüğü; ML’de sabit etkilerin tahminine karşılık gelen serbestlik derecelerinin dikkate alınmamasıdır. REML tahmin edicilerinin, olabilirlik fonksiyonunun sadece şansa bağlı olan kısmının maksimize edilmesiyle elde edilmesi nedeniyle, böyle fonksiyonların varyans unsurlarını elde etmek için maksimumun bulunması oldukça karmaşıktır (Patterson ve Thompson, 1971; Searle, 1987).

μ ve σ^2 ’nin REML tahmin edicilerini bulmadaki hareket noktası, (3.2) nolu eşitlikte verilen olabilirlik fonksiyonunu faktörize etmektir. Bu eşitlikte,

$$\frac{\bar{y} - \mu}{\sqrt{\sigma^2 / N}} \sim N(0, 1) \quad \text{veya} \quad \bar{y}; \mu, \sigma^2 \sim N(\mu, \sigma^2 / N)$$

olup, bu dağılışa ait olabilirlik fonksiyonu aşağıdaki gibi verilebilir.

$$L(\mu; \bar{y}) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1}{2}} (\sigma^2)^{\frac{1}{2}}} \exp \left[-\frac{1}{2} \frac{(\bar{y} - \mu)^2}{\sigma^2 / N} \right] \quad (3.7)$$

(3.2) nolu eşitlikte s^2 , $\bar{y}$ ’dan bağımsız olduğundan, s^2 ’nin olabilirlik fonksiyonunu

$$L(\sigma^2; s^2) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1}{2}(N-1)} (\sigma^2)^{\frac{1}{2}(N-1)} (N)^{\frac{1}{2}}} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{s^2}{\sigma^2 / N}\right) \quad (3.8)$$

şeklinde yazmak mümkündür. Böylece, (3.7) ve (3.8) nolu eşitlikler kullanılarak (3.2) nolu eşitlikteki olabilirlik fonksiyonu aşağıdaki gibi faktörize edilebilir.

$$L(\mu, \sigma^2; y_i) = L(\mu; \bar{y}) L(\sigma^2; s^2)$$

REML tahmini, (3.8) nolu eşitliği maksimize eden σ^2 tahmin edicisinin bulunmasıyla elde edilir. Bu fonksiyonun logaritmasını l_R ile gösterdiğimizde,

$$l_R = \log L(\sigma^2; s^2) = -\frac{1}{2}(N-1) \ln 2\pi - \frac{1}{2}(N-1) \ln \sigma^2 - \frac{1}{2} \ln N - \frac{1}{2} \frac{Ns^2}{\sigma^2}$$

Bu ifadenin σ^2 'ye göre kısmi türevi:

$$\frac{\partial \log l_R}{\partial \sigma^2} = -\frac{N-1}{2\sigma^2} + \frac{Ns^2}{\sigma^4} \text{ olur.}$$

Yukarıda verilen türev sıfıra eşitlenerek σ^2 için çözümlerse, bu parametrenin REML tahmin edicisi elde edilir.

$$\hat{\sigma}_R^2 = \frac{Ns^2}{N-1} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2 \quad (3.9)$$

σ^2 'nin (3.5) ve (3.9) nolu eşitliklerde verilen ML ve REML tahmin edicilerinin beklenen değerlerini incelediğimizde (3.5) nolu eşitlikte s^2 'nin beklenen değeri:

$$E(s^2) = \frac{N-1}{N} \sigma^2 \text{ olur.} \quad (3.10)$$

Bu eşitlik, s^2 'nin, σ^2 'nin yansız bir tahmin edicisi olmadığını gösterir. Bu da, eğer büyüklüğü N olan birkaç örnek alınır ve örnek varyanslarının ortalaması bulunursa, bu ortalamanın gerçek varyansa yaklaşamayacağını ve $(N-1)/N$ faktörü oranında küçük olacağı anlamına gelir. Küçük örnekler için bu faktör önemlidir. σ^2 'nin REML tahmin edicisinin beklenen değeri ise aşağıda verilmiştir.

$$E\left(\frac{N}{N-1}s^2\right) = \frac{N}{N-1}E(s^2) = \sigma^2 \quad (3.11)$$

Bu eşitlik, $Ns^2/(N-1)$ 'in σ^2 'nin yansız REML tahmin edicisi olduğunu gösterir. Yani s^2 'deki yanlılığı ortadan kaldırmak için, s^2 'yi $N/(N-1)$ ile çarpmak gerekmektedir. (3.10) ve (3.11) nolu eşitlikler ML ve REML arasındaki farkı açıkça göstermekte ve ML'nin neden olduğu yanlılık sorunu REML ile ortadan kaldırılmaktadır.

Önceki çalışmalarda REML'in üstünlüğünü göstermek için kullanılan ifadeler tam olarak açık değildir. Özellikle, neden olabilirlik fonksiyonunun maksimizasyonunun sabit etkilere bağlı olmayan kısımla sınırlı tutulduğu ve fonksiyonun geri kalan kısmının bilgi kaybı olmaksızın atılacak olmasını anlamak oldukça güçtür. Kalbfleisch ve Sprott (1970)'e göre, olabilirlik fonksiyonunun bu kısmı, sabit etkilere ait bilginin yokluğunda varyans unsurları hakkında hiçbir bilgi içermemektedir.

Basit Şansa Bağlı Model:

N bağımsız gözlem için yukarıda geliştirilen ifade, normallik varsayımı altında aşağıda verilen basit şansa bağlı bir model için genişletilebilir (Fırat ve Bek, 1997).

$$y_{ij} = \mu + s_i + e_{ij} \quad (i=1, \dots, s, j=1, \dots, n) \quad (3.12)$$

Böylece $y_{ij} \sim N(\mu, \sigma_s^2 + \sigma_e^2)$ olur.

(3.12) nolu eşitlikteki boğa modeline ait olabilirlik aşağıdaki gibi verilebilir.

$$L(\mu, s_i, \sigma_s^2, \sigma_e^2; y_{ij}) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1}{2}sn} (\sigma_e^2)^{\frac{1}{2}sn}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma_e^2} \left[\sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \mu - s_i)^2 \right] \right\}$$

Bu fonksiyonun s_i 'lere göre integrali alındığında,

$$L(\mu, \sigma_s^2, \sigma_e^2; y_{ij}) \propto \int \dots \int L(\mu, s_i, \sigma_s^2, \sigma_e^2; y_{ij}) ds_1 \dots ds_s$$

$$\propto (\sigma_e^2)^{-\frac{1}{2}s(n-1)} (\sigma_e^2 + n\sigma_s^2)^{-\frac{1}{2}s} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{\sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2}{\sigma_e^2} + \frac{n \sum_{i=1}^s (\bar{y}_{.i} - \mu)^2}{\sigma_e^2 + n\sigma_s^2} \right] \right\}$$

eşitliği elde edilir. Yapılacak bazı matematiksel düzenlemelerle bu fonksiyon aşağıdaki şekle dönüşür.

$$L(\mu, \sigma_s^2, \sigma_e^2; y_{ij}) \propto (\sigma_e^2)^{-\frac{1}{2}s(n-1)} (\sigma_e^2 + n\sigma_s^2)^{-\frac{1}{2}s} \times \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{\text{HKT}}{\sigma_e^2} + \frac{\text{BKT} + sn(\bar{y}_{..} - \mu)^2}{\sigma_e^2 + n\sigma_s^2} \right] \right\} \quad (3.13)$$

Burada: HKT ve BKT sırasıyla hata ve boğalara ait kareler toplamı olup, formülleri aşağıda verilmiştir.

$$\text{HKT} = \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{.i})^2 \quad \text{ve} \quad \text{BKT} = n \sum_{i=1}^s (\bar{y}_{.i} - \bar{y}_{..})^2$$

(3.13) nolu eşitliğin logaritması aşağıda verilmiştir.

$$l = \log L(\mu, \sigma_e^2, \lambda; y_{ij})$$

$$\propto -\frac{1}{2}s(n-1)\log(\sigma_e^2) - \frac{1}{2}s\log(\lambda) - \frac{\text{HKT}}{2\sigma_e^2} - \frac{\text{BKT} + sn(\bar{y}_{..} - \mu)^2}{2\lambda}$$

Gösterimi basitleştirmek için $\lambda = \sigma_e^2 + n\sigma_s^2$ olarak alınmıştır. ML eşitlikleri, $\log L(\mu, \sigma_e^2, \lambda; y_{ij})$ 'nin μ , σ_e^2 ve λ 'ya göre kısmi türevlerini sıfıra eşitlenerek elde edilen eşitliklerdir. Kısmi türevler aşağıda verilmiştir.

$$\frac{\partial \log L(\mu, \sigma_e^2, \lambda; y_{ij})}{\partial \mu} = \frac{sn(\bar{y}_{..} - \mu)^2}{\lambda},$$

$$\frac{\partial \log L(\mu, \sigma_e^2, \lambda; y_{ij})}{\partial \sigma_e^2} = -\frac{s(n-1)}{2\sigma_e^2} + \frac{HKT}{2\sigma_e^4} = -\frac{s(n-1)}{2\sigma_e^4} \left[\sigma_e^2 - \frac{HKT}{s(n-1)} \right],$$

$$\frac{\partial \log L(\mu, \sigma_e^2, \lambda; y_{ij})}{\partial \lambda} = -\frac{s}{2\lambda} + \frac{BKT + sn(\bar{y}_{..} - \mu)^2}{2\lambda^2}$$

Bu kısmi türevler sıfıra eşitlenerek, sırasıyla μ , σ_e^2 ve λ için çözüldüğünde bu parametrelerin ML tahmin edicileri elde edilmiş olur.

$$\hat{\mu}_M = \bar{y}_{..}, \quad \hat{\sigma}_{M,e}^2 = \frac{HKT}{s(n-1)} = \text{HKO} \quad \text{ve} \quad \hat{\lambda}_M = \frac{BKT}{s} = \left(1 - \frac{1}{s}\right) \text{BKO}$$

Böylece, σ_s^2 'nin ML tahmin edicisi:

$$\hat{\sigma}_{M,s}^2 = \frac{\hat{\lambda}_M - \hat{\sigma}_{M,e}^2}{n} = \frac{(n-1)\text{BKT} - \text{HKT}}{sn(n-1)} = \frac{(1-1/s)\text{BKO} - \text{HKO}}{n} \text{ olur.}$$

Daha önce açıklandığı gibi parametrelerin REML tahmin edicilerinin bulunabilmesi için önce, olabilirlik fonksiyonunun sabit ve şansa bağlı parametrelere göre faktörize edilmesi gerekmektedir. (3.13) nolu eşitlikteki olabilirlik fonksiyonunda $\bar{y}_{..}$ 'nin, HKT ve BKT'nin her ikisinden de bağımsız olması nedeniyle faktörizasyon aşağıdaki gibi olacaktır.

$$L(\mu, \sigma_s^2, \sigma_e^2; y_{ij}) = L(\mu; \bar{y}_{..}) L(\sigma_s^2, \sigma_e^2; HKT, BKT),$$

Burada, $L(\mu; \bar{y}_{..})$ μ verildiğinde $\bar{y}_{..}$ nin olabilirlik fonksiyonu:

$$L(\mu; \bar{y}_{..}) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1}{2}} (\lambda / sn)^{\frac{1}{2}}} \exp \left[-\frac{1}{2} \frac{(\bar{y}_{..} - \mu)^2}{\lambda / sn} \right] \text{ olur.} \quad (3.14)$$

ve $L(\sigma_s^2, \sigma_e^2; HKT, BKT)$ σ_s^2 ve σ_e^2 verildiğinde HKT ve BKT'nin olabilirlik fonksiyonudur.

$$L(\sigma_s^2, \sigma_e^2; HKT, BKT) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1}{2}s(n-1)} (\sigma_e^2)^{\frac{1}{2}s(n-1)} (\lambda)^{\frac{1}{2}(s-1)} (sn)^{\frac{1}{2}}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{HKT}{\sigma_e^2} + \frac{BKT}{\lambda} \right) \right] \quad (3.15)$$

REML tahmini, $\sigma_s^2 \geq 0$ ve $\sigma_e^2 > 0$ parametre uzayı içinde (3.15) nolu eşitliği maksimize eden σ_s^2 ve σ_e^2 tahmin edicilerini elde etmekten ibarettir. Bu fonksiyonun logaritması aşağıdaki gibidir.

$$l_R = \log L(\sigma_s^2, \sigma_e^2; HKT, BKT) = -\frac{s(n-1)}{2} \log \sigma_e^2 - \frac{(s-1)}{2} \log \lambda - \frac{HKT}{2\sigma_e^2} - \frac{BKT}{2\lambda}$$

Bunun σ_e^2 ve λ ya göre kısmi türevleri alındığında,

$$l_{R, \sigma_e^2} = -\frac{s(n-1)}{2\sigma_e^2} + \frac{HKT}{2\sigma_e^4} \quad \text{ve} \quad l_{R, \lambda} = -\frac{(s-1)}{2\lambda} + \frac{BKT}{2\lambda^2} \text{ elde edilir.}$$

σ_e^2 ve λ nin ve dolayısıyla da σ_s^2 nin REML tahmin edicileri yukarıdaki kısmi türevler sıfıra eşitlenip çözüldüğünde aşağıdaki şekilde bulunur.

$$\hat{\sigma}_{R,e}^2 = \frac{HKT}{s(n-1)} = \text{HK O}, \hat{\lambda}_R = \frac{BKT}{s-1} = \text{BK O}, \hat{\sigma}_{R,s}^2 = \frac{\hat{\lambda}_R - \hat{\sigma}_{R,e}^2}{n} = \frac{\text{BKO} - \text{HKO}}{n}$$

Burada açıklanan (3.12) nolu eşitlikteki boğa modeli, dengeli veriler için verilmiştir. Burada elde edilen sonuçlar dengesiz veriler için de genişletilebilir. Ayrıca sadece gösterim amacıyla verilen şansa bağlı model yerine karışık model kullanarak da varyans unsurlarının ML ve REML tahmin edicilerini bulmak mümkündür.

3.2.1.3. Bayesian Yöntemleri

Klasik ANOVA ve olabilirlik esasına dayanan yöntemlere alternatif olarak, parametrik bir modelde varyans unsurlarının tahmini için Bayesian yöntemleri önerilebilir.

Bayes teoreminin istatistiksel yorumlama için esas olduğu düşüncesi, teoremin 1763 yılında yayınlanmasından bugüne değin bazen kabul edilmiş bazen de reddedilmiştir. Alternatif yöntemlerin istatistiksel yorumlama için önemli bir destek olduğu düşüncesinin baskın olduğu dönemlerde, Bayesian sonuçları incelenmiş ve önemli bir problemin çözümü için bu yaklaşımın ilginç fakat hatalı bir yaklaşım olduğu düşünülmüştür. Takip eden yıllarda ise, beklenmedik problemler alternatif yaklaşımlara (alternatif yöntemlere) ilgiyi tekrar uyandırmıştır. Bunun sonucu olarak da Bayes yorumlama tarzı yeniden güncellik kazanmıştır (Box ve Tiao, 1973).

BAYES teoremi 1763 yılında, bir din görevlisi olan Thomas BAYES tarafından geliştirilmiş ve istatistikte yeni bir akımın doğmasına neden olmuştur.

Bayes Teoremi:

$B_1, B_2, \dots, B_k$; S örnek uzayının ayırık ve bileşimleri S olan olayları olsun, burada $P(B_i) \neq 0$ ($i = 1, \dots, k$). A olayı ($P(A) \neq 0$ olmak şartıyla) S örnek uzayının herhangi bir olayı olsun. Bu durumda A bilindiğinde B_i 'in olma olasılığı,

$$P(B_i | A) = \frac{P(B_i \cap A)}{P(A)} \text{ dir.}$$

$$P(A) = P(A|B_1)P(B_1) + \dots + P(A|B_k)P(B_k)$$

olduğundan,

$$P(B_i | A) = \frac{P(A|B_i)P(B_i)}{P(A|B_1)P(B_1) + P(A|B_2)P(B_2) + \dots + P(A|B_k)P(B_k)}$$

şeklinde elde edilir. Bu eşitlik genel olarak

$$P(B_i | A) = \frac{P(A|B_i)P(B_i)}{\sum_{i=1}^k P(A|B_i)P(B_i)} \quad i = 1, \dots, k \text{ için}$$

şeklinde yazılır (Barnet, 1973; Lee, 1989).

Bayesian’de bilinmeyen parametreler hakkındaki ön bilgi (prior information) parametrelere ön dağılış belirtmek suretiyle yorumlama işlemine katılır (Box ve Tiao, 1973). Ön dağılışına ait bilgi, verilerden elde edilen bilgi ile olabilirlik fonksiyonu vasıtasıyla son dağılış (posterior distribution) olarak bilinen parametrelerin şartlı dağılışına dahil edilir. Parametreler ve bunların fonksiyonları hakkındaki yorumlar marjinal dağılış kullanılarak yapılır (Berger, 1985).

Gianola ve Fernando (1986)’nın bildirdiğine göre Kendall ve Buckland (1971), Bayesian tahmininin tanımını; “İnvers olasılık yöntemleri kullanarak populasyon parametrelerinin tahmini”, şeklinde yaparken, Bayesian yorumlamanın tanımını da “önceki durumla ilgili birikmiş bilgiyi yansıtan ön dağılışları işleme dahil ederek şansa bağlı değişkenlerle ilgili yapılan bir yorumlama tarzı” şeklinde yapmışlardır.

Barnett (1973)’ün Lindley (1965)’ten bildirdiğine göre, “yorumlamalar; örnek veri ve bununla ilgili ön olasılıklardan elde edilen bilginin birleştirilmesiyle yapılır; bu birleştirme Bayes teoreminin tekrarlı kullanımı ile sağlanır ve son yorumlamalar yalnız son olasılıklar ile açıklanır”.

Bütün problemlerde, Bayesian hesaplaması için gerek duyulan integraller analitik veya nümerik yaklaşımları gerektirmektedir. Birçok Bayesian problemlerinde

çok katlı integraller ve parametrelerin marjinal dağılışı bulma girişimleri analitik yöntemlerle oldukça zor bir işlemdir. Son yıllarda uygun yaklaşım tekniklerinin geliştirilmesi yönünde önemli ilerlemeler olmuştur. Bunun sonucu olarak, Bayesian'i kullanan araştırmacılar marjinal son dağılışı elde etmek için en az üç seçeneğe başvurmuşlardır (Cantet ve ark., 1992). Bunlar:

1) Bazı yaklaşımlar (Laplace yaklaşımı, Monte Carlo integrali, Lindley-Smith iterasyonu vb.)

2) Sayısal yöntemlerle integral alma

3) Momentleri hesaplamak için sayısal integral alma ve daha sonra elde edilen bu sayısal beklenen değerleri kullanarak yoğunluk fonksiyonunu belirlemektir.

Bu seçeneklerin tamamı Bayesian hesaplamalarına katkıda bulunmuşlardır. Fakat, bunların kullanımı için karışık sayısal ve analitik yaklaşımlara ve özelleşmiş programlara gereksinim duyulmaktadır.

Son yıllarda Gelfand ve ark. (1990), iteratif bir yöntem olan Gibbs örneklemesini tanımlamışlardır. Gibbs örnekleme yaklaşımı, dağılışı olarak tanımlamak oldukça basit, hesaplama yönünden kullanımı kolay ve özet istatistiklerin kolayca elde edilebileceği sonuçlar vermektedir. Diğer yaklaşımların aksine varyans unsurlarının marjinal son yoğunluk fonksiyonları (marjinal posterior density function) Gibbs örneklemesi ile kolaylıkla elde edilebilir. Geman ve Geman (1984) tarafından Gibbs örneklemesi “tam şartlı dağılıştan normal dağılışı ortaya çıkaran bir algoritma” olarak tanımlanmıştır. Bu algoritma için örnekleme için uygun olan tam şartlı dağılışların tamamına gereksinim vardır. Bütün dağılışlar gözlenen verilere şartlı olarak düşünülebilir, böylece marjinal dağılışlar Bayesian yorumlama veya tahmin için ihtiyaç duyulan marjinal son dağılışlar haline gelir (Gelfand ve ark, 1990). Çok katlı integral almadaki zorluklar, Bayesian yönteminin yaygın olarak kullanımı önlemiştir. Bununla birlikte son yıllarda bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler, Bayesian yorumlamada sayısal yöntemlerin kullanımını kolaylaştırmıştır.

Tiao ve Tan (1965), iki varyans unsuruna (σ_s^2 ve σ_e^2) sahip dengeli tek yönlü şansa bağlı etkiler modelini analiz eden bir Bayesian yöntemi uygulamışlar ve bu

yöntemin kullanımıyla, varyans unsurlarının tahmini ile ilgili sorunların ortaya çıkmadığını belirtmişlerdir.

Hill (1965), Bayesian yöntemi kullanarak tek yönlü şansa bağlı etkiler için varyans unsurlarının ($\hat{\sigma}_s^2$ ve $\hat{\sigma}_e^2$) tahminini incelemiştir. Hill (1965)'e göre varyans unsurlarının bilinen yansız tahmin edicileri çok büyük negatif değerler verildiği zaman, Tiao ve Tan (1965) tarafından elde edilen son dağılışlar (posterior distrubitions) posterior düşüncenin ölçümü olarak uygun değillerdir. Yine bu araştırmacılar, herhangi bir varyans unsuru için etkili olabilirliğin üniform olduğu durumda, bir dağılış ailesinden ön dağılışlarının seçilmesi gerektiğini savunmuştur.

Hayvan ıslahında varyans unsurlarının tahmini için kullanılan Bayesian yöntemlerinin tamamında, analitik olarak kolayca çözümlenebilen varyans unsurlarının ortak son dağılışları elde edilmiştir. Genel olarak yöntemler ya kullanılan nokta tahmin edicisinde (örneğin ortalama yöntem) ya da ortalama yorumların yapıldığı son dağılışlarda farklılık gösterirler. Esas olarak ise varyansların marjinal son dağılışları veya varyanslar ve diğer parametrelerin ortak son dağılışları kullanılabilir. İntegral ile yok edilecek gereksiz parametrelere maksimum sayıda sahip olan son yoğunluk fonksiyonunu kullanmak tercih edilen bir yoldur.

Klozt ve ark (1969), dengeli tek yönlü şansa bağlı etkiler modelinde, son ortalamanın (posterior means) varyans unsurlarına ait yetersiz tahmin edicilerini verebileceğini ortaya koymuşlar ve üniform ön dağılışlar kullanıldığında mod ve medyanın daha iyi tahminler verdiğini bildirmişlerdir.

Harville (1977), sayısal integral yöntemleri kullanılarak, herhangi bir varyans unsurunun son (posterior) ortalamasının hesaplanmasının mümkün olduğunu ileriye sürmüştür. Bununla birlikte, eğer gerçek prior yerine uniform bir prior kullanılmışsa son yoğunluğun kuyruklarda duyarlılığı nedeniyle son ortalama, verileri oldukça yetersiz bir biçimde temsil etmektedir. Son ortalamanın elde edilişindeki bu zorluklar nedeniyle, nokta tahmin edicisi olarak posteior modlar kullanılmıştır. Box ve Tiao (1973), nokta tahmin edicilerinin seçimi hakkında kapsamlı açıklamalarda bulunmuşlardır.

Çiftlik hayvanlarında genetik yapının iyileştirilmesi için geliştirilen programların çoğu, seleksiyona tabi tutulacak adayların genetik değerlerini belirlemede kullanılan doğrusal karışık etkiler modeline dayanmaktadır (Henderson, 1986). Karışık model yöntemleri, model varsayımları verildiğinde istatistiksel özellikleri tanımlanmış sabit ve şansa bağlı etkilerin eşzamanlı tahminlerini vermektedirler.

Varyans unsurları için belirlenen üniform ön dağılımlar bazı durumlarda olabilirlik yönteminden elde edilen tahminlere eşdeğer olmakla birlikte, Bayesian analizinde bazı teknik zorluklara neden olabilmektedirler (Harville, 1974; Lindley ve Smith, 1972; Gianola ve Foulley, 1990).

Bazı araştırmacılar varyans-kovaryans matrisleri için invers Wishart dağılımı kullanmışlardır (Zellner, 1971; Foulley ve ark, 1987; Cantet ve ark, 1992). Hoschele (1989) ile Cantet ve ark. (1992), çevresel varyans unsuru (σ_e^2)'nin tahmininde invers X^2 dağılımı önermişler; bazı araştırmacılar da yine varyans unsurları (σ_u^2 ve σ_e^2)'nin her ikisinin ön dağılımı için bağımsız invers X^2 dağılımı kullanmışlardır (Lindley ve Smith, 1972; Broemeling, 1985; Gianola ve Foulley, 1990). Box ve Tiao (1973), invers X^2 dağılımının tercih edilmesinin nedeni bu dağılımın konjugate yapısına dayandırılmıştır. Konjugate olma özelliği, matematiksel işlemleri önemli ölçüde basitleştirmektedir.

Bayesian yönteminin yukarıda açıklanan özellikleri yanında bir çok bilim adamı tarafından hayvan ıslahı çalışmalarında tercih edilmesinin nedenleri aşağıda verilmiştir (Bek ve ark, 1998).

1) Varyans unsurlarının gerçek değerleri hakkındaki belirsizlik uygun bir ön dağılım (prior distribution) seçimi ile analize dahil edilebilir. Böylece hayvan ıslahçısının parametreler hakkındaki ön bilgisi de uygun bir şekilde analize dahil edilerek daha etkili tahminler bulmak mümkündür.

2) Tahmin edilecek şansa bağlı değişken hakkındaki mevcut bilginin tamamı bu değişkeninin son dağılımında mevcuttur. Bu nedenle yorumlamalar bu dağılım esas alınarak yapılır.

3) Bayesian yöntemi ile varyans unsurlarının nokta tahminleri elde edilmediğinden, geleneksel ANOVA ve ML yöntemlerinin yaratacağı sorunlar ortaya

çıkamaz. Böylece, bu yöntemle elde edilen tahminler daima kendi parametreleri sınırları içerisinde kalmak durumundadırlar.

Bayesian yönteminin tek olumsuz tarafı güçlü bilgisayara gereksinim duyması ve analitik integrale gerek göstermesidir. Bir çok durumda arzu edilen son dağılışı elde etmek için çok boyutlu integral almak gerekmektedir. Bu durum geçmişte bir sorun olmakla beraber, bir kaç boyutta katlı sayısal integral alma yöntemi güçlü bilgisayarların devreye girmesiyle giderek artan ölçülerde kolaylaşmıştır. Örneğin, hayvan ıslahında Bayesian yönteminin kullanımı ile ilgili olasılık teorisi, istatistiksel bazı yorumların ilgi duyduğumuz parametrelerin marjinal son dağılışlara (marjinal posterior distributions) dayandırılması gerektirmektedir. Bunda amaç, başlangıç değeri bilinmeyen parametrelerin bilinmeyen ortak son yoğunluk fonksiyonunu elde etmektir. Bir parametrenin, örneğin; hayvanın damızlık değerinin marjinal son dağılışı, ortak dağılıştan diğer bütün parametreleri integralle dışarıya atarak elde edilir. Bu integral işlemi analitik yollarla yapılmaya çalışılmakta ve oldukça zor olmaktadır. Son yıllarda bu amaca yönelik sayısal yöntemlerin geliştirilmesi oldukça önemli hale gelmiştir. Gibbs örneklemesi gibi Markov Chain Monte Carlo (MCMC) yönteminin kullanılmasında yakın zamanlarda elde edilen başarılar, katlı integrallerin alınmasını daha kolay hale getirmiştir.

Gibbs örneklemesi (Gibbs sampling):

Bayesian problemlerinin çoğunda, uygun yorumlar yapabilmek için parametrelerin marjinal dağılışlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte, ortak son dağılışların karmaşıklığı nedeniyle, parametrelerin veya bunların fonksiyonlarının marjinal dağılışlarını analitik yöntemlerle elde etmek oldukça zor veya imkansızdır. Bu durumda, model parametrelerinin ortak son dağılışlarından örnekler türeten ve Gibbs örneklemesi olarak bilinen sayısal integral yöntemi kullanılmaktadır.

Son yıllarda, sadece şartlı dağılışlar mevcut olduğunda çoklu ortak ve marjinal son dağılışların örneklemesini yapan yöntemler birçok bilim adamının dikkatini çekmiştir. Bu yöntemlerin ortak yönü, örneklemenin stokastik süreçle yapılmasıdır. Bu fikrin temeli, Metropolis algoritmasının modifiye edilmesine dayanmaktadır. Bununla birlikte, Metropolis algoritmasının geliştirilmiş şekli olan Markov-Chain örnekleme

yöntemlerini öneren Hastings (1970), Gibbs örneklemesinin yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır.

Monte Carlo yöntemlerinden birisi olan Gibbs örnekleme algoritması, şartlı dağılışlardan marjinal dağılışları üreten bir Markov Chain Monte Carlo yöntemidir.

Şansa bağlı etkiler içeren Genelleştirilmiş Doğrusal Modelde (Generalized Linear Model:GLM)

$f(\beta, D, \alpha; y)$ yi bulmak istediğimizde,

bu fonksiyona ait marjinaller:

$f(\beta; y)$, $f(D; y)$ ve $f(\alpha_i; y)$ şeklinde olacaktır.

Eğer, $f(\beta, D, \alpha; y)$ 'den bir örnek elde edebilirsek, $E(D; y)$, $Var(D; y)$, $E(\beta; y)$ ve $Var(\beta; y)$ yi tahmin edebiliriz.

$f(U, V, W)$ gibi bir dağılıştan bir örnek elde etmek istediğimizde, bunu doğrudan elde etmemiz ya imkansız ya da oldukça zordur. Eğer, $f(U, V, W)$ 'nin ortak dağılışı pozitif ise $f(U; V, W)$, $f(V; U, W)$ ve $f(W; U, V)$ şartlı dağılışlarından iteratif olarak elde edilen örneklemeler ile $f(U, V, W)$ 'dan bir örnek elde edilebilir.

Gibbs örnekleme yönteminde, $(U^{(0)}, V^{(0)}, W^{(0)})$ için bir başlangıç değeri seçilir. Sonra, $f(U; V^{(0)}, W^{(0)})$ 'dan $U^{(1)}$, $f(V; U^{(1)}, W^{(0)})$ 'dan $V^{(1)}$ ve $f(W; U^{(1)}, V^{(1)})$ 'dan $W^{(1)}$ değerleri elde edilir. Böylece ilk iterasyon tamamlanır. Daha sonra iterasyon büyük bir değere kadar (B gibi) uygulanarak $(U^{(B)}, V^{(B)}, W^{(B)})$ elde edilir. Düzenli bir şekilde $B \rightarrow \infty$ gittiği zaman $(U^{(B)}, V^{(B)}, W^{(B)})$ 'nin ortak dağılışı, $f(U, V, W)$ 'e yaklaşır. $f(U, V, W)$, $(k=B+1, \dots, B+M)$ olmak üzere M değerlerinin $(U^{(k)}, V^{(k)}, W^{(k)})$ görel dağılışıyla uygun hale getirilebilir. Burada, B değeri Gibbs örnekleme yönteminin yaklaşımını sağlayacak yeterli büyüklükte bir değer, M ise ilgilenilen görel dağılıştan yeterli tahmini vermesi için seçilen bir değerdir. Genellikle $(U^{(k)}, V^{(k)}, W^{(k)})$ zinciri $(U^{(k)}, V^{(k)}, W^{(k)})$ ($k=B+1, \dots, B+M$) olmak üzere, bir Markov zinciri olarak ifade edilir.

Eğer, U'nun marjinal dağılışı ile ilgileniliyorsa bunun için en iyi tahmin $f(U; V, W)$ 'nin yakın formu ile,

$$f(U) = M^{-1} \sum_{k=1}^M f(U; V^{B+k}, W^{B+k}) \text{ şeklinde elde edilir.}$$

Ayrıca, daha kompleks marjinalleri elde etmek için tek boyutlu marjinaler de kullanılabilir.

$$f(U, V) = f(V|U)f(U).$$

Bu şekilde, istenilen $f(\beta, D, \alpha; y)$ den, $f(\beta; y)$, $f(D; y)$ ve $f(\alpha; y)$ 'ler tekrar elde edilir. Önceki işlemler kullanılarak bu değerler;

$f(\beta; D^{(k)}, \alpha^{(k)}, y)$, $f(D; \beta^{(k)}, \alpha^{(k)}, y)$ ve $f(\alpha; \beta^{(k)}, D^{(k)}, y)$ örnekleri ile elde edilebilir (Mackey, 1998).

Bu tür çalışmalarda, Doğrusal Modeller (Linear Model:LM) yerine Genelleştirilmiş Doğrusal Modellerin (GLM) kullanımını, LM'deki gözlem değerlerinin doğrusal olması, sabit varyans ve hatanın normal dağılış göstermesi gibi bazı sorun yaratabilecek varsayımların GLM'in kullanımıyla modellenenbilmesidir (McCullagh ve Nelder, 1998).

Wang ve ark (1993), hayvan ıslahında iki varyans unsurlu ve tek değişkenli karışık doğrusal bir model için Gibbs örneklemesini tanımlamışlardır. Simülasyonla elde edilmiş verilerden varyans unsurları, varyansların oranı ve grup içi korelasyonların marjinal yoğunluklarını elde etmek için boğa modelini kullanmışlar, böylece sabit ve şansa bağlı etkilerin marjinal dağılışlarının da elde edilebileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada, varyans unsurları σ_u^2 ve σ_e^2 için üniform ve hesaplamaların uzun zaman almasına neden olan matris formu kullanılmıştır. Wang ve ark (1994), Wang ve ark (1993)'ün aksine, Gibbs örneklemesinin vektör versiyonunu kullanarak, çalışmalarını sabit ve şansa bağlı etkiler, varyans unsurları ve bunların fonksiyonları hakkında marjinal yorumlar elde etmek için aynı modeli kullanarak genişletmişlerdir. Böylece, matrislerin tersine ihtiyaç duyulmadığından hesaplamalar daha hızlı yapılmıştır.

Gelfand ve ark. (1990), Gibbs örnekleme yöntemini varyans unsurları, sıralı ve sırasız ortalamalar, hiyeraşik büyüme eğrileri gibi bir çok modelde uygulamışlardır. Hayvan ıslahı uygulamalarında Gibbs örnekleme yöntemi ilk kez Wang ve ark (1993-1994) ve Fırat (1995) tarafından kullanılarak, tek değişkenli boğa ve hayvan modellerindeki genetik ve fenotipik parametrelerin tahmini elde edilmiştir. Islah çalışmalarının amacı, gelecek generasyonun ebeveyni olarak seçilecek hayvanlardan gerçekten üstün genetik değerli olanların seçilmesi olduğundan, genetik ve fenotipik

parametreler yanında hayvanların damızlık değerinin de güvenilir olarak tesbit edilmesi gerekmektedir. Ancak, bugüne kadar yapılan çalışmaların çoğunda sadece varyans unsurları ve genetik parametre tahminleri yapılmıştır.

Gibbs örnekleme yöntemi, sırayla tüm şartlı dağılışlardan örnekleme yaparak modeldeki tüm parametrelerin ortak son yoğunluk fonksiyonuna yaklaşımda bulunur Gelfand ve Smith (1990). Şartlı olasılık yoğunluk fonksiyonunu aşağıda verildiği gibi köşeli parantezler içerisinde “[...]” şeklinde gösterirsek, (3.16) nolu eşitlikteki ortak son yoğunluk fonksiyonundan her bir parametrenin şartlı dağılışı aşağıdaki gibi (3.17-3.20) elde edilir (Bek ve ark, 1998).

$$f(\mu, \{s_i\}, \sigma_s^2, \sigma_e^2 | \{y_{ij}\}) \propto (\sigma_e^2)^{-\frac{1}{2}(sn+v_e+2)} (\sigma_s^2)^{-\frac{1}{2}(s+v_s+2)} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_s^2}\left(\sum_{i=1}^s s_i^2 + v_s s_s^2\right)\right] \quad (3.16)$$

$$\times \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_e^2}\left[\sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \mu - s_i)^2 + v_e s_e^2\right]\right\}.$$

$$[\mu | \{s_i\}, \sigma_s^2, \sigma_e^2, \{y_{ij}\}] = N(\bar{y}_\cdot - \bar{s}_\cdot, \sigma_e^2 / (ns)), \quad (3.17)$$

$$[s_i | \mu, \sigma_s^2, \sigma_e^2, \{y_{ij}\}] = N\left(\frac{n\sigma_s^2(\bar{y}_i - \mu)}{n\sigma_s^2 + \sigma_e^2}, \frac{\sigma_s^2 \sigma_e^2}{n\sigma_s^2 + \sigma_e^2}\right), \quad (i = 1, \dots, s) \quad (3.18)$$

$$[\sigma_s^2 | \mu, \{s_i\}, \sigma_e^2, \{y_{ij}\}] = \chi^{-2}\left(s + v_s, \sum_{i=1}^s s_i^2 + v_s s_s^2\right), \quad (3.19)$$

$$[\sigma_e^2 | \mu, \{s_i\}, \sigma_s^2, \{y_{ij}\}] = \chi^{-2}\left(sn + v_e, \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \mu - s_i)^2 + v_e s_e^2\right) \quad (3.20)$$

Kalıtım derecesinin 0 ile 1 arasında olması ($0 \leq h^2 \leq 1$), baba-bir üvey kardeş boğa modeli kullanıldığında, grup-içi korelasyon katsayısının (ρ) $[0, 1/4]$ aralığında olmasını gerektirir. Bu nedenle, baba-bir üvey kardeş boğa modeli için, $\sigma_s^2/\sigma_e^2 \leq 1/3$ kısıtlamasını dikkate almayan Gibbs örneklemesinin kullanımı hayvan ıslahı

uygulamalarında doğru değildir. Bu sorunun çözümü; Gibbs örnekleme algoritması içersine belli bir limitten küçük veya büyük olan varyansları atacak bir döngü uygulamaktır. Algoritma aşağıdaki gibi verilebilir.

1.) Sırasıyla her bir parametreye rastgele bir başlangıç değeri atanır, μ için μ_0 , σ_s^2 için σ_{s0}^2 , σ_e^2 için σ_{e0}^2 ve $\{s_i\}$ için $\{s_{i0}\}$:

2.) $[\mu|\{s_{i0}\}, \sigma_{s0}^2, \sigma_{e0}^2, \{y_{ij}\}]$ 'dan bir μ_1 değeri çekilir ve μ güncellenir,

3.) $[s_i|\mu_1, \sigma_{s0}^2, \sigma_{e0}^2, \{y_{ij}\}]$ 'dan s_{i1} değerleri çekilir ve s_i ($i=1, \dots, s$) güncellenir,

4.) $[\sigma_s^2|\mu_1, \{s_{i1}\}, \sigma_{e0}^2, \{y_{ij}\}]$ 'dan σ_{s1}^2 değeri çekilir ve σ_s^2 güncellenir,

5.) $[\sigma_e^2|\mu_1, \{s_{i1}\}, \sigma_{s1}^2, \{y_{ij}\}]$ 'dan σ_{e1}^2 değerleri çekilir ve σ_e^2 güncellenir,

6.) Eğer $3\sigma_s^2 \geq \sigma_e^2$ ise 4. ve 5. adımları $3\sigma_s^2 \leq \sigma_e^2$ sağlanana kadar tekrar edilir.

Böylece, her parametre rastgele bir sıra ile ziyaret edilmiş olur ve bu döngü $(\mu_0, \{s_{i0}\}, \sigma_{s0}^2, \sigma_{e0}^2)$ 'dan $(\mu_1, s_{i1}, \sigma_{s1}^2, \sigma_{e1}^2)$ 'ya bir geçişi tamamlar. Gibbs örneklemesinin geçerliliği, algoritmanın her döngüsünün Markov zincirinin bir adımına karşılık gelmesinden kaynaklanmaktadır (Geman ve Geman, 1984). Son dağılıştan simule edilen değerler aşağıdaki şekilde elde edilebilirler:

7.) Adım 2.-6. güncellenmiş değerler kullanılarak ve tüm değerler kaydedilerek m defa tekrarlanır.

Eğer, μ parametresi için değerler dizisinin $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_m$ olduğu varsayılırsa, bu durumda bunlar μ 'nın marjinal son dağılıştan simüle edilmiş değerleri oluştururlar. Bu şekildeki Gibbs örnekleme algoritmasının kullanımı ile m tane Gibbs örneği $(\mu_l, \{s_{il}\}, \sigma_{sl}^2, \sigma_{el}^2)$, ($l = 1, \dots, m$) üretilir.

Özel bazı problemler için Gibbs örneklemesinin nasıl kullanılacağı konusunda farklı görüşler vardır. Bazı araştırmacılar sürecin başlangıcında kaydedilen değerlerin, asıl populasyon parametresine yaklaşımdan çok uzak olmaları nedeniyle atılmasını önerirken, bazı araştırmacılar da birbirini takip eden örnekler arasında yüksek korelasyon bulunması nedeniyle sadece her onuncu değerin kaydedilmesini, bazıları ise sürecin farklı başlangıç değerleri ile yeniden başlatılmasını önermektedirler.

3.2.2. DFREML Ver 3.0 β Programı

Bu program, kantitatif özellikler (süt, yağ, et, yumurta ve yapağı vb.) için, doğrusal bir model uydurarak Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik (REML) yöntemiyle varyans ve kovaryans unsurlarını tahmin etmede kullanılan bir program paketidir (Meyer, 1998).

DFREML özellikle hayvan ıslahı uygulamalarından elde edilen biyolojik verilerin kantitatif genetik analizi için geliştirilmiş bir program olup, sadece fenotipik varyans ve/veya kovaryansların tahmininde kullanılmamakta, eklemeli genetik varyansın, diğer varyans unsurlarının, kalıtım dereceleri ve genetik korelasyonlar gibi genetik parametrelerin hesaplanmasında da kullanılmaktadır.

Olabilirlik hesaplamasında kullanılan verilerin çok değişkenli normal dağılışı gösterdikleri varsayılır. Analizlerde kullanılan model, şansa bağlı olarak (random) etkili olduğu kabul edilen her bir birey (hayvan) ve özellik için eklemeli genetik değeri (veya damızlık değerini) içeren ve hayvan modeli (animal model) olarak adlandırılan modeldir. Program, bazı ilave şansa bağlı faktörlerin de modele uydurulmasına imkan sağlamakta ve böylece toplam 10 farklı analiz modeli elde edilebilmektedir.

3.2.2.1. DFREML'in Gelişimi

Bu programın gelişimi yaklaşık on yıllık bir süreyi almıştır. İlk orijinal program (Ver. 1.0) 1987 sonu ile 1988 başlarında İskoçya'da Edinburgh Üniversitesi Hayvan Genetiği Enstitüsü'nde Karin Meyer tarafından geliştirilmiştir. Programın bu versiyonu yalnız tek özellik (univariate) analizleri için geliştirilmiştir.

DFREML, **Derivative Free Restricted Maximum Likelihood** (Türevsiz Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik) kelimelerinin ilk harflerinden türetilmiş bir kısaltmadır. DFREML programında, Log L nin türevininin hesaplanma zorunluluğunu ortadan kaldıran ve ML fonksiyonunu (Log L) veren REML algoritması kullanılmaktadır.

Programın 2. versiyonu Mayıs 1991’de geliştirilmiş olup, birden fazla özellik (multivariate) için analizlerin yapılmasını, karışık model eşitliklerin daha iyi düzenlenmesini, araştırma stratejilerin seçilmesini, sadece parametrelerle ilgili alt gruplar için yapılacak maksimizasyonda bazı kolaylıkların sağlanmasını ve damızlık değeri tahminlerinin elde edilmesini sağlamıştır.

DFREML 3.0 - α versiyonu Kasım 1997’de, 3.0- β versiyonu ise 1998 yılında geliştirilerek Web ortamında dağıtmaya başlanmıştır. Bu kısımda, DFREML Ver. 3.0 β programının özellikleri tanıtılacaktır.

3.2.2.2. DFREML’de Analiz Modelleri

DFREML’de esas amaç; REML yöntemiyle varyans ve kovaryans unsurlarının ve bunlarla ilgili olarak genetik parametrelerin tahmin edilmesidir. DFREML, özellikle hayvan ıslahı çalışmalarındaki kullanımı yanında, diğer genetik çalışmaları kapsayan uygulamalı biyolojik bilim dalları için de aynı amaçlarla kullanılabilir.

Analizlerde kullanılacak özelliklerin çok değişkenli normal dağılış gösterdikleri varsayılır. Analiz modeli doğrusal (linear) olup, her bir özellik için ölçümüm (verinin) alındığı deneme birimi için eklemeli genetik değeri (şansa bağlı etkiyi) içermektedir.

Hayvan ıslahında, deneme birimleri genellikle hayvanlar olup hayvanlara ait genetik etkiyi içeren modeller de “*hayvan modeli*” olarak adlandırılır. Hayvan modelinin, veri seti içindeki tüm hayvanları dikkate alması nedeniyle, kaydı bulunmayan ebeveynlerin analizde bulunmaması durumunda bile hayvanlar arasındaki bilinen tüm akrabalıklar hesaplama işlemine dahil edilerek bunlara ait etkiler de hesaplanabilmektedir. Model oluşturulurken diğer sabit ve şansa bağlı faktörlerin dikkate alınması durumunda ise, kullanılacak hayvan modeli çok farklı problemlerin çözümü için genişletilebilmektedir.

1) Şansa Bağlı Faktörler

Yukarıda da bahsedildiği gibi, DFREML'in kullandığı model, analiz edilen her bir özellik için hayvanın eklemeli genetik değerinin ölçüsü olarak kullanılan ve içinde şansa bağlı bireysel hayvan etkisini içeren hayvan modelidir. Bununla birlikte, DFREML, diğer şansa bağlı faktörlerin de modele dahil edilmesine izin vermektedir.

Eklemeli genetik etkiler vektörünü $\mathbf{a}$ ile gösterir ve analiz edilecek q tane özelliğe ait eklemeli genetik etki için kovaryans matrisine $\sum_A$ dersek, hayvanlar arasındaki sayısal akrabalık matrisini de $\mathbf{A}$ ile gösterdiğimizizde, $\mathbf{a}$ nın kovaryans matrisi $\sum_A * \mathbf{A}$ ile hesaplanır (özellikler içindeki hayvanlara göre sıralanmış $\mathbf{a}$ seviyeleri için).

Genellikle, hayvan grupları bazı ortak (benzer) çevre şartlarına maruz kalırlar. Bu çevreyi $\mathbf{c}$ ile gösterdiğimizizde, bu etki için kovaryans matrisi $q \times q$ boyutunda $\sum_C$ olacaktır. Buna domuz veya farelerdeki batın faktörü (litter effect) tipik bir örnektir. Bu faktör, genellikle model içerisindeki diğer tüm şansa bağlı faktörlerden ilişkisiz olarak kabul edip özellikler içerisine bağımsız ve eşit olarak dağıldığı varsayılır. Bu basitleştirme ile, tek özellik için yapılacak analizlerde kovaryans matrisi diagonal, birden fazla özellik için yapılacak analizlerde (faktörler içi özelliklere göre sıralanmış $\mathbf{c}$ seviyesi ile) ise blok-diagonal olur. Bununla birlikte DFREML, “ilişkisiz, eklemeli” olarak adlandırılan bazı şansa bağlı faktörleri de hesaplama işlemine dahil edebilir.

Tek özellik için yapılan analizlerde, DFREML bazı faktörlerin sabit olarak alınmasına da izin vermektedir. Böylece, birinci faktör ($\mathbf{c}_1$) isteğe bağlı olarak kovaryans matrisine dahil edilebilir ($\sum_{C1} \mathbf{B}$). Eğer bu seçenek seçilirse, DFREML, kullanıcıdan bu matrisin tersinin ($\mathbf{B}^{-1}$) sıfırdan farklı elemanlarını içeren bir dosyanın sisteme sağlanması ister. Birden fazla özellik için yapılan analizlerde ise bu faktörlerden en fazla ikisi düzenlenebilir. Her iki durumda da birim (identity) matrise uygun kovaryans matrisinin bulunması zorunludur.

Ayrıca, her bir hayvan için ikinci şansa bağlı etki (kovaryans matrisi $\sum_M$ ile ilişkili olan ve $\mathbf{m}$ ile gösterilen) de modele eklenebilir. Bu faktöre ait seviye sayısının

analizde kullanılan hayvan sayısına eşit olduğu kabul edilir. Bu faktörlere, anadan ya da babadan gelen genetik etkiler ve/veya tekrarlanan kayıtlar veya dominans etkiyi içeren özellikler için sabit çevre faktörleri örnek verilebilir. $\mathbf{m}$ nin kabul edilen kovaryans yapısı içerisinde bu gibi farklı etkilerin yerleştirilmesi üç farklı şekilde yapılabilir. Bunlardan birincisi, babadan kaynaklanan genetik etki için uygun olup, $\mathbf{m}$ nin eklemeli genetik etkiler vektörüne ($\mathbf{a}$) benzer olarak aynı kovaryans yapısına sahip olduğu kabul edilir. İkincisi, uygulama şekli $\mathbf{c}$ için yukarıda verildiği gibidir ve $\mathbf{m}$, birim matrisine uygun olan kovaryans matrisine sahip modelde diğer tüm etkiler ile ilişkisizdir. Üçüncü durumda ise, varsayımlar 2. seçenekteki ile aynıdır ve $\mathbf{m}$, $\mathbf{a}$ ve $\mathbf{c}$ den bağımsız olup bununla birlikte $\mathbf{m}$ nin seviyeleri arasındaki kovaryansa izin verir. Her bir özelliğe ait $\mathbf{m}$ nin seviyeleri için kovaryans matrisi $\mathbf{D}$ ile gösterildiği durumda DFREML, kullanıcıdan $\mathbf{D}$ nin sıfırdan farklı elemanlarını bulunduran bir dosyanın sisteme sağlanmasını ister.

2) Sabit Etkili Faktörler

Özellik üzerindeki sistematik etkilerin hesaplanması için DFREML bazı sabit faktörler ve kovaryetlerin modele katılmasına izin verir. Sabit faktörler çapraz olarak sınıflanmış varsayılır. Dengeli bir yapının hesaplanmasında kullanıcının, sabit faktör seviyeleri arasındaki ek bağımlılıkları kesinlikle tanımlaması gerekmektedir. Mevcut programda sabit faktörler arasındaki interaksiyonlar için program tarafından oluşturulan otomatik bir kodlama yoktur. Bu nedenle, interaksiyon etkisinin kullanıcı tarafından sabit faktörler içerisinde kodlanarak belirtilmesi gerekmektedir. Tek özellik için yapılan analizler dışında, kovaryeteler tüm faktörlerle çapraz sınıflanmış olarak kabul edilirler.

3.2.2.3. DFREML’de Temel Modeller

Farklı faktör kombinasyonları düşünüldüğünde ve kovaryans seçeneği istenildiğinde, DFREML, analizler için toplam 10 farklı model uydurabilmektedir

(Çizelge 3.1). Çizelge 3.1’de verilen maksimum parametre sayısı, eksik gözlem veya farklı hayvan alt gruplarından ölçülmüş farklı özellikler nedeniyle tahmin edilemeyen kovaryansların olmadığı analizler için geçerlidir.

Çizelge 3.1. DFREML’deki Analiz Modelleri

Model No	Faktörler	Varyans Tahminleri	Max. Parm. Sayısı ^o	Varsayımlar
1	a	$\sum A, \sum E$	$q(q+1)$	
2	a,c	$\sum A, \sum C, \sum E$	$3q(q+1)/2$	$Var(c) = \sum C * I$
3	a,m	$\sum A, \sum M, \sum E$	$3q(q+1)/2$	$Var(m) = \sum M * A$
4	a,m	$\sum A, \sum M, \sum AM, \sum E$	$q(5q+3)/2$	$Var(m) = \sum M * A$ $Cov(a,m') = \sum AM * A$
5	a,m	$\sum A, \sum M, \sum E$	$3q(q+1)/2$	$Var(m) = \sum M * I$
6	a,m	$\sum A, \sum M, \sum E$	$3q(q+1)/2$	$Var(m) = \sum M * D$
7	a,m,c	$\sum A, \sum M, \sum C, \sum E$	$2q(q+1)/2$	model 2 ve 3 ile aynı
8	a,m,c	$\sum A, \sum M, \sum AM, \sum C, \sum E$	$q(3q+2)$	model 2 ve 4 ile aynı
9	a,m,c	$\sum A, \sum M, \sum C, \sum E$	$2q(q+1)$	model 2 ve 5 ile aynı
10	a,m,c	$\sum A, \sum M, \sum C, \sum E$	$2q(q+1)$	model 2 ve 6 ile aynı

^o analizlerde q tane özelliğin tahmin edildiği durumlar için geçerlidir.

3.2.2.4. Tekrarlanan Kayıtlar

Eğer her bir özellik için tekrarlanan kayıtlar (örneğin laktasyon ve yağ verimleri vb.) varsa, hayvanlar üzerinde etkili olan sabit çevre, uygun bir şansa bağlı faktöre uydurularak hesaplama işlemine dahil edilebilir. Bu işlem Model 5 veya 9’da olduğu gibi her bir hayvan için ikinci bir şansa bağlı etki olarak değerlendirilir. Diğer bir yaklaşımda ise bu etkiler Model 2 veya 7-10’da olduğu gibi eklemeli (additional) veya ilişkisiz (uncorrelated) şansa bağlı faktörler olarak da görülebilir.

Ayrıca, her bir hayvan için tekrarlanan kayıtlar, kovaryansın hatalar içerisinde kabul edilmesi ile de modellenebilir. Böyle bir modele “*eşdeğer model*” denir. Tahmin işlemleri içerisinde, bu model, REML varyans unsurları tahminlerinin negatif olmaması

(non negativity) yönündeki baskıyı kaldırması açısından diğer modellerden az da olsa farklıdır. DFREML, bu şekilde tekrarlanan kayıtların değerlendirilmesine de olanak sağlamaktadır. Tüm bunlar, analiz modeli içerisindeki toplam etki sayısının düşürülmesi yönündeki avantajı yanında, iteratif tahmin işlemi için yaklaşma kriterinin düzenlenmesini de sağlamaktadır.

Eşdeğer tekrarlanma modeli (equivalent repeatability model), özellikle tek özellik ve sadece tek kaydın ve tekrarlanan kayıtları içeren bir özelliğin yer aldığı iki özellik analizleri (bivariate analyses) için uygun bulunmuştur. Bu özellikler birbirinden farklı hayvan alt gruplarından ölçülmedikçe (tüm çevresel kovaryansların sıfır olduğu durumlarda), ikinci şansa bağlı etkinin her iki özellik için de kesinlikle uygun olması gerekmektedir. Bununla birlikte, her iki özellik için sabit ve değişken çevre varyansının birbirinden ayırt edilmesine çalışılmalıdır. Tek kayıt içeren özellikler için, sabit ve değişken çevre faktörlerine ait varyanslar özellikle her iki özellik için alınan kayıtların oldukça küçük hayvan gruplarından alınması durumunda, bunların yüksek negatif örnekleme ilişkisine sahip olabilirler. Böylece, maksimum olabilirliğin hesaplanmasında bazı zorluklara neden olurlar. Buna rağmen eşdeğer model altında, olabilirlik, tek gözlemle ölçülen özellik için (sütten kesim ağırlığı vb. gibi) toplam çevresel varyansın kullanılması yoluyla maksimize edilebilir. Böylece, olabilirlik değerlendirme sayısı ile ilişkili bir tanesinin kullanımıyla tahmin edilecek parametre sayısı düşürülür.

3.2.2.5. DFREML'deki Programlar

DFREML'in 3.0 β versiyonu toplam 4 programdan oluşmaktadır (Çizelge 3.2). Bu programlardan DFPREP tüm analizler için genel hazırlık programıdır. Bundan başka 3 tane de özel tahmin programı vardır. Bunlardan DFUNI tek özellik analizleri için, DXMUX birden fazla özellik analizleri için, DXMRR ise tekrarlanan kayıtlar için kovaryans fonksiyonunun tahmininde kullanılmaktadır.

Her üç tahmin programında da kullanıcıya işlem seçenekleri (run options) sunulmaktadır. Programın bu özelliği ile analizlere farklı adımlar ile başlanabilmekte ve böylece birbirini takip eden hesaplamalarda kolaylık sağlanmaktadır.

Programlar için gerekli olan bilginin çoğu (veri ve pedigree dosyaları dışında) etkileşimli (interactive input) olarak girilmektedir. Genellikle DXMUX ve DXMRR'de kullanıcının analiz için gerekli tüm dosyaları oluşturması gerekmez. Çünkü bu programlarda başlangıç değerleri ya program çalıştırılmadan daha önce hazırlanan dosyadan ya da programın çalıştırılması sırasında etkileşimli olarak klavyeden girilmektedir.

Etkileşimli giriş, hatayı önleyici ve program tarafından önerilen uygun değerler ile yönlendirilen bir giriş olması nedeniyle (örneğin; sayısal bir alana karakter veri girişi programın kesilmesine neden olmayacaktır) uygulanması oldukça kolaydır.

DFREML, çalıştırma adımları arasında bilgi transferi ve bilginin depolanması amacıyla formatlanmamış yardımcı dosyalar oluşturmaktadır. Bu dosyalar DFmn#DAT adı ile yaratılırlar. Burada “mn” Fortran programlarında kullanılan mantıksal birim numaralarını göstermektedir.

Çizelge 3.2. DFREML Ver. 3.0 β 'daki Programlar

Program	Amaç	Özellikler
DFPREP	Hazırlık aşaması	Programın işletilmesi aşamasında sabit ve şansa bağlı faktörlerin kodlanması ve hayvanlar arasındaki sayısal akrabalık matrisinin oluşturulması
DFUNI	Tek özellik analizleri	Sadece türevsiz algoritmanın işletilmesi
DXMUX	Çok özellik analizleri	AI-REML ve DF-REML algoritması; farklı özellikler için farklı modeller; tahmin edilemeyen kovaryansların uydurulması.
DXMRR	Kovaryans fonksiyonu analizleri	AI-REML ve DF-REML algoritması; tek özellik için tekrarlanan kayıtlar; indirgenmiş rank kovaryans fonksiyonlarının tahmini.

1) DFPREP Programı

Bu program, diğer üç tahmin programından önce çalıştırılan bir hazırlık programıdır. Bu program ile verilerin analiz için hazırlanması, özellikle de programın

işletimi esnasında hayvan etkileri ve diğer faktörlerin kodlanması ve hayvanlar arasındaki sayısal akrabalık matrisinin oluşturulmasını sağlamaktadır. Bunun yanında bu programda özel faktör seçenekleri de vardır. Bu seçeneklere, hayvanlardan kaynaklanan ilave şansa bağlı faktörler için kodların girilmesi kolaylığı ve budanmış pedigri (tek döl kaydı bulunan ebeveynin atılması) örnek verilebilir.

a) Giriş Dosyaları

Yukarıda da açıklandığı gibi, DFPREP programı giriş işlemi için genellikle bir pedigri dosyasına ve bir veri dosyasına ihtiyaç duymaktadır. Sadece her bir hayvana ait tek kaydın bulunduğu tek özellik analizlerinde ve DXMRR ile yapılacak fenotipik kovaryans fonksiyonlarının tahminlerinde pedigri dosyası olmayabilir. Bu durumlarda veri dosyası, pedigri dosyası özelliğini de taşımaktadır.

DFPREP bu dosyaları ikili (binary) dosyalar şeklinde okumaktadır. Bu dosyalar, program tarafından sütunlar şeklinde tanımlanmış formatlı (list-directed) dosyalar veya kullanıcı tanımlı formatlı dosyalar şeklinde okunurlar. Tüm kodlar, değişkenler için tam kelime (4 baytlık tamsayısı), tüm özellikler ve kovaryetler için ise gerçek değerler (8 baytlık reel sayılar) olarak kabul edilirler.

b) Analiz İşleminin Uygulanması

Kayıtlarla ilgili bilginin giriş dosyaları ile etkileşimli olarak sağlanmasından sonra, program, tüm hayvanlara ait kimlik bilgilerinin derlenmesi amacıyla pedigri dosyasını inceler. Daha sonra, tüm hayvanlar için ebeveynlerin kodlanması ve her bir hayvana düşen döl sayılarının hesaplanması için ikinci bir kez pedigri dosyasını inceler. Böylece, program pedigri bilgilerini bir kaç kez kontrol etmiş olur.

Eğer;

- 1) Bir hayvanın numarası tanımlanan en yüksek değerden daha büyük bulunursa,
- 2) Döllere ait numaralar ebeveynlere ait numaralardan daha küçükse,
- 3) Baba ve ana numaraları aynı tanımlanmış ise veya,

4) Bir ebeveyn önce baba olarak daha sonrada ana (veya tersi) olarak tanımlanmış ise, bu durumlarda programın çalışması durdurulacaktır.

2) DFUNI Programı

Bu program türevsiz algoritmayı kullanarak basit tek özellik analizlerini yapmaktadır. Tek özellik analizleri DXMUX ile özellik sayısı 1'e eşitlenerek ve AI algoritması kullanılarak da uygulanabilmektedir.

DFUNI bazı ilişkisiz, ek şansa bağlı faktör tanımlamaya izin verirken, DXMUX bu faktörlerden en fazla iki tanesinin kullanımına izin vermektedir.

DFUNI bugün için sadece kovaryetlerin sabit faktörler içinde sınıflandırılmış olmasına izin vermektedir.

DFREML'de hata varyansı, doğrudan hata kareler toplamından ve toplam fenotipik varyansın bir oranı olarak ifade edilen artık (ko)varyans unsurları ile ilgili olabilirliğin maksimize edilmesiyle tahmin edilmektedir.

Program birden fazla verim sütünuna (multiple right hand sides) olarak sağlar ve bunları tahminleme adımı içerisine taşır. Böylece analizlerde karışık model matrisinin her bir faktörizasyonu tüm sütunlar için log L yi hesaplayabilmektedir. Bu değerler DF59#DAT dosyasında toplanır ve ikinci özellik için yapılacak analizlerde başlangıç değerlerinin bulunmasında kullanılır.

3) DXMUX Programı

Birden fazla özelliğin analizi (multivariate analyses) için geliştirilmiş bir programdır. Bu program farklı özellikler için farklı modellerin uydurulmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca, program sırasıyla her bir özellik için analiz modelinin etkileşimli olarak tanımlanmasını da sağlamaktadır. DXMUX, analiz edilecek özellik sayısının yalnızca bir tane olmasına da izin vermektedir. Örneğin; Ortalama Bilgi (AI) algoritmasını işleterek tek özellik analizlerinin yapılmasına da izin vermektedir.

Program tahmin edilemeyecek (ko)varyans unsurlarını kontrol eder ve hesaplar. Çünkü bazı durumlarda veri analiz için gerekli bilgiyi sağlamamaktadır. Örneğin; özellikler farklı hayvanlardan ölçüldüğünde, özellikler arasındaki hata kovaryansı sıfırdır. Ayrıca, kovaryansların programa sıfır olarak girilmesine de izin vererek bunları sabit kabul eder ve böylece maksimum olabilirliğe uygun olarak matris boyutun düşürülmesini sağlar.

DXMUX programı, AI-REML ve Türevsiz Araştırma (Derivative Free Search) algoritmalarından herhangi birisinin seçimine de izin vermektedir.

4) DXMRR Programı

Bu program, tekrarlanan kayıtların analizi için kovaryans fonksiyonunu (KF) uygular. KF, bazı zaman fonksiyonları üzerindeki regresyon katsayılarını içeren karışık doğrusal bir model uydurularak, şansa bağlı faktörler olarak tahmin edilebilir. Şansa bağlı regresyon katsayılar seti, modellenen her bir varyasyon kaynağı için uygun hale getirilir. KF katsayıları, standart çoklu karakter REML algoritması kullanılarak şansa bağlı regresyon katsayıları içerisindeki kovaryanslar gibi tahmin edilirler.

3.2.2.6. Program Çalıştırma Seçenekleri

DFUNI, DXMUX ve DXMRR programları 6 çalıştırma adımı içerirler. Bu adımlar aşağıda Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. DFREML Ver 3.0 β' da Yeralan Çalıştırma Adımları

Adım	Amaç	Açıklama
-1	Kurma adımı	Analiz modelinden bilginin alınması; kodların kontrolü ve UNIT 51 ve UNIT 52 dosyalarının oluşturulması
-2	Eşitliklerin sıralanması	Katsayı matrisinin boyutunun düşürülmesi için Karışık Model Matrisi içerisindeki eşitliklerin yeniden sıralanması
0	Tahmin	Parametreler için başlangıç değerlerinin okunması, çalışma stratejisinin seçimi ve tahmin işleminin yapılması
5	Çözümler	Mevcut (ko)varyans unsurları tahminleri için sabit ve şansa bağlı etki çözümlerinin elde edilmesi
8	En iyi nokta	En yüksek olabilirliğin seçilmesi ve özet sonuçların yazılması
10	Grid	Seçilen kovaryans fonksiyonu ve dönemler için kovaryans matrisinin değerlendirilmesi

3.2.2.7. Kullanıcı Tarafından Hazırlanan Giriş Dosyaları**1) Pedigri Dosyası**

Pedigri dosyası, veri dosyası içerisinde yer alan her bir hayvan ait bilgiyi veren bir kayıt içermek zorundadır. Örneğin; kaydı bulunmayan ebeveynler için ilave pedigri bilgisinin verilmesi opsiyonel olup, bu hayvanın kendisiyle ilgili kayıtların eklenmesiyle de oluşturulabilir. Pedigri dosyası formatlı ya da formatsız olabilmekte ve kayıtlar için özel sıralamaya gereksinim duyulmamaktadır.

Pedigri dosyasında her bir kayıt en az 3 tane tamsayı biçiminde girilen veri içermelidir. Bunlar:

1. Hayvanı tanımlayan sayısal bir kod (hayvan kulak numarası),
2. Hayvanın babasını tanımlayan sayısal bir kod (baba kulak numarası), ve
3. Hayvanın anasını tanımlayan sayısal bir kod (ana kulak numarası)'dur.

Bilinmeyen ebeveyn numaraları için 0 (sıfır) girilir. Döller için verilen numaralar her iki ebeveyn için verilen sayısal değerlerden büyük olmak zorundadır. Bazı analizler için pedigri kayıtları, bir veya iki tane ilave tamsayı değişkenine ihtiyaç duyulabilir. Bunlar:

a) Yıl veya generasyon gibi bazı gruplar için hayvanları gösteren bir koddur. Eğer bu grupların seviyeleri içerisinde ortalama akrabalı yetiştirme katsayısı hesaplanacaksa bu kodlamaya ihtiyaç vardır. Verilen kod kullanım amacına uygun olmalıdır.

b) Hayvanların analizde şansa bağlı ya da sabit faktör olarak değerlendirilmesini sağlayacak bir koddur. Bu, sadece seçilen hayvanların sabit olarak değerlendirileceği durumlar için gerekmektedir. Bu hayvanlara verilecek kod "0" olabilir.

2) Veri Dosyası

Veri dosyasının yapısı uygulanacak modele ve analiz tipine göre değişiklik göstermektedir. Her bir kayıt aşağıda verilen bilgileri içermelidir. Bunlar:

1. Özellik kodu tamsayı biçiminde girilen bir koddur. Analiz edilecek özelliklerin kodu 1'den başlamalıdır. Bu sadece DFUNI'de gerekmemekte ve DXMRR'de ise 1 olmak zorundadır.

2. Hayvanları tanımlayan bir kod (kulak numarası); bu kod pedigri dosyası içerisinde verilen değerle aynı olmak zorundadır.

3. Hayvanın babasını tanımlayan sayısal bir kod (baba kulak numarası), zorunludur.

4. Hayvanın anasını tanımlayan sayısal bir kod (ana kulak numarası), zorunludur.

5. Modeldeki her bir sabit faktör için bir kod, opsiyoneldir.

6. Uydurulacak her bir ilave, ilişkisiz şansa bağlı faktör için bir kod, DFUNI ve DXMUX için opsiyonel, DXMRR için zorunludur.

7. Her bir hayvan için uygulanacak ikinci şansa bağlı faktör kodu, opsiyoneldir.

8. Her bir kovaryet için uygulanacak 8 baytlık reel değişken, opsiyoneldir.

9. Sağ taraf için 8 baytlık reel bir değişken.

10. Kovaryans fonksiyonu tahmininde "meta-meter" için tamsayı bir koddur.

Ayrıca, çok özellik analizlerinde özelliklere ait kayıtların hayvanlar içerisinde sıralanması gerekmektedir.

3.2.2.8. DFREML'de Çıkış Dosyaları

1) Sonuç Dosyası

Tüm program ve işlem adımlarında ("8". işlem adımı hariç) DF66#DAT dosyası program tarafından sonuç dosyası olarak yazılmaktadır. Bu dosya içerisinde veri özeti, pedigri yapısı, yapılan işlemin özelliği (analiz tipi), (ko) varyans unsurları tahminleri, genetik parametre tahminleri ve genetik etkiler yer alır.

"8". işlem adımı altında, sonuçlara ait özetler DF77#DAT dosyasına yazılmaktadır. Bu dosya kullanıcının analiz işlemini kontrol etmesini sağlamaktadır.

2) Diğer Çıkış Dosyaları

a) İterasyonlar

“0” işlem adımı altında, DXMUX ve DXMRR programları kullanıcıya, analiz için gerekli olan yaklaşma kriterini veren iterasyon işleminin monitörden izlenmesine olanak sağlamaktadır. Bu adım her bir iterasyon için AI-REML algoritmasını kullanarak parametre vektörünün şekli ile olabilirliği hesaplar ve her bir iterasyon için açılıp ve kapatılmaktadır. Böylece, program çalışırken denetim yapılabilir.

b) Parametre Tahminleri

DXMUX ve DXMRR programları, iterasyonların sonunda parametre tahminlerini içeren formatlı dosyalar oluştururlar. Bu dosyalar DXMUX için (kovaryans unsurları tahminlerini içeren) DF19#DAT dosyası, DXMRR için ise (kovaryans fonksiyonları katsayı matrisleri tahminlerini içeren) DF17#DAT dosyasıdır.

Eğer DXMRR’de veri seti içindeki dönemler (ages) için kovaryans matrislerinin oluşturulması seçilirse, yukarıdaki dosyaya ilaveten DF19#DAT dosyası da oluşturulur. Bunun dışında σ_a^2 , σ_c^2 , σ_p^2 , r_a^2 , r_c^2 , r_p^2 , h^2 ve σ_p^2 veren formatlı dosyalar da bu seçenek altında oluşturulmaktadır. Bu dosyalar, eklemeli genetik etki kovaryans matrislerinin yapısını, sabit çevre etkileri kovaryanslarını, fenotipik kovaryansları, eklemeli genetik etki ilişkilerini, fenotipik korelasyonları ve veri seti içindeki dönemler için fenotipik standart sapmaları ve kalıtım dereceleri vektörünü içermektedir. Tüm bunlar, analiz sonuçlarının grafikler şeklinde hızlı bir şekilde yorumlamasını kolaylaştırmaktadır.

c) Damızlık Değer Tahminleri

DXMRR programında “5” nolu adımın çalıştırılmasıyla 2 tane formatlı dosya daha oluşturulmaktadır. Bunlar:

1. Eğer dönemin Legendre polinomları (veya eşdeğeri) üzerine bir sabit regresyon uydurulmuşsa, bu durumda DXMRR programı, veri seti içindeki dönemlere

ait tahmin edilen regresyonun (GLS tahminleri) değerlendirilmesi için bir seçenek sunmaktadır.

2. Bunun yanında DXMRR programı, her bir hayvan için şansa bağlı regresyon katsayıları, tahmin edilen eklemeli genetik etkiler ile verilen dönem/ler için tahmin edilecek damızlık değeri hesaplamaları için de kolaylık sağlamaktadır (Meyer,1998).

3.3. Analizlerde Kullanılan Modeller

3.3.1. Model ve Bayesian Formülasyonu

Analizlerde, aşağıda matris gösteriminde verilen boğa modeli kullanılmıştır. Modelde, boğaların birbiriyle akraba olmadıkları varsayılmıştır.

$$y = X\alpha + C\beta + Zs + e \quad (3.21)$$

Burada, y gözlemler vektörünü, X sabit etki (16 seviyeli yıl-mevsim) için desen matrisini, α lar yıl-mevsim etkilerini, C kovaryetlerin (laktasyon sırası ve buzağılama yaşı) merkezi değerlerini, β kovaryetlere ait regresyon katsayılarını, Z boğa etkileri için desen matrisini, s boğa etkileri vektörünü, e ise şansa bağlı hata vektörünü göstermektedir.

Analizlerde, aşağıdaki varsayımlar yapılmıştır:

$$E(y | \alpha, \beta, s, \sigma_s^2, \sigma_e^2) = X\alpha + C\beta + Zs$$

$$E(s) = 0, E(e) = 0, \text{Var}(s | \sigma_s^2) = I_s \sigma_s^2, \text{Var}(e | \sigma_e^2) = I_N \sigma_e^2$$

$$\text{Var}(y | \alpha, \beta, s, \sigma_s^2, \sigma_e^2) = I_N \sigma_e^2, \text{Cov}(s, e | \sigma_s^2, \sigma_e^2) = 0$$

Sabit etkili faktör dışında kalan etkiler için olabilirlik fonksiyonu aşağıda verilmiştir.

$$f(y|\alpha, \beta, s, \sigma_e^2) \propto (\sigma_e^2)^{-\frac{1}{2}N} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_e^2}[(y - X\alpha - C\beta - Zs)'(y - X\alpha - C\beta - Zs)]\right\} \quad (3.22)$$

3.3.1.1. Ön Dağılımlar (Prior Distributions)

Analizler için α , β , s , σ_s^2 ve σ_e^2 parametrelerine ön dağılım belirlenmesi gerekmektedir. α ve β parametrelerinin bağımsız olarak üniform dağılım gösterdikleri varsayılabilir,

$$f(\alpha, \beta) = \text{sabit}$$

Bu eşitlik başlangıçta bu parametrelerin değerleri hakkında çok az bilgiye sahip olduğu anlamına gelmektedir.

Varyans unsurları σ_s^2 ve σ_e^2 nin ön dağılımlarının ortak yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki gibi varsayılmıştır.

$$f(\sigma_s^2, \sigma_e^2 | \nu_s, s_s^2, \nu_e, s_e^2) \propto (\sigma_s^2)^{-\frac{1}{2}(\nu_s+2)} (\sigma_e^2)^{-\frac{1}{2}(\nu_e+2)} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\nu_s s_s^2}{\sigma_s^2} + \frac{\nu_e s_e^2}{\sigma_e^2}\right)\right] \quad (3.23)$$

Bu ifade, σ_s^2 ve σ_e^2 nin bağımsız ve invers χ^2 dağılımları, $\chi^{-2}(\nu_s, \nu_s s_s^2)$ ve $\chi^{-2}(\nu_e, \nu_e s_e^2)$ olduğu anlamına gelmektedir. Böylece s_s^{-2} ve s_e^{-2} , sırasıyla σ_s^{-2} ve σ_e^{-2} nin ön beklenen değerleri olarak yorumlanabilirler. Burada ν_s ve ν_e ise serbestlik derecesine eşdeğer doğruluk parametreleridir.

3.3.1.2. Son Yoğunluk Fonksiyonu (Posterior Density Function)

Önerilen ön dağılımları ile olabilirlik fonksiyonunu kullanarak, α , β , s , σ_s^2 ve σ_e^2 parametrelerinin ortak son olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki gibi verilir:

$$f(\alpha, \beta, s, \sigma_s^2, \sigma_e^2 | y) \propto (\sigma_e^2)^{-\frac{1}{2}(N+v_e+2)} (\sigma_s^2)^{-\frac{1}{2}(N+v_s+2)} \exp \left[-\frac{1}{2\sigma_s^2} (s's + v_s s_s^2) \right] \quad (3.24)$$

$$\times \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma_e^2} [(y - X\alpha - C\beta - Zs)'(y - X\alpha - C\beta - Zs) + v_e s_e^2] \right\}$$

3.3.1.3. Tam Koşullu Son Yoğunluklar (Full Conditional Posterior Densities)

(3.21) ve (3.23) nolu eşitlikteki tanımlanan modeller için Gibbs örnekleme yöntemi kullanabilmek için, α , β , s , σ_s^2 ve σ_e^2 parametrelerinin her birinin şartlı dağılışına, yani modeldeki diğer parametreler verildiğinde her bir parametrenin son dağılışına ihtiyacımız vardır. Bu dağılışları elde etmek için aşağıdaki yaklaşım kullanılır. Boyutu d olan bir θ vektörünün olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıda verilen ifadeye oransal ise,

$$\exp \left[-\frac{1}{2} (\theta' A \theta - 2\theta' a) \right],$$

bu durumda bunun dağılışı $N_d (A^{-1}a, A^{-1})$ dir. Burada A matrisi pozitif tanımlı bir matristir. α , β , s , σ_s^2 ve σ_e^2 nin şartlı son dağılışları (3.24) nolu eşitlikteki ortak son olasılık fonksiyonundan elde edilir ve sırasıyla aşağıda verilmiştir.

$$[\alpha | \beta, s, \sigma_s^2, \sigma_e^2, y] = N_g((X'X)^{-1}X'(y - C\beta - Zs), \sigma_e^2(X'X)^{-1}) \quad (3.25)$$

$$[\beta | \alpha, s, \sigma_s^2, \sigma_e^2, y] = N_c((C'C)^{-1}C'(y - X\alpha - Zs), \sigma_e^2(C'C)^{-1}) \quad (3.26)$$

$$[s | \alpha, \beta, \sigma_s^2, \sigma_e^2, y] = N_s \left(\left(Z'Z + \frac{\sigma_s^2}{\sigma_e^2} I_s \right)^{-1} Z'(y - X\alpha - C\beta), \sigma_e^2 \left(Z'Z + \frac{\sigma_s^2}{\sigma_e^2} I_s \right)^{-1} \right) \quad (3.27)$$

$$|\sigma_s^2|\alpha, \beta, s, \sigma_e^2, y| = X^{-2}(s + v_s, s's + v_s s_s^2) \quad (3.28)$$

$$|\sigma_e^2|\alpha, \beta, \sigma_s^2, y| = X^{-2}(N + v_e, (y - X\alpha - C\beta - Zs)'(y - X\alpha - C\beta - Zs) + v_e s_e^2) \quad (3.29)$$

Burada, $X'X$ g yıl-mevsim grubunun frekanslarını veren köşegen matrisi, $C'C$ kovaryetelerin düzeltilmiş kareler toplamına ait matrisi, $Z'Z$ boğaların kızlarının sayısı n_i' yi veren köşegen matrisi göstermektedirler. Bu şartlı dağılışların her birinden örnek elde etmek oldukça kolaydır.

Bu çalışmada, Gibbs örnekleme yönteminin kullanımı Wang ve ark (1993) tarafından tanımlandığı şekli ile tek değişkenli analizler için yapılmıştır. İşleme başlamak için, her bir parametreye başlangıç değeri belirlenmiştir. k . iterasyon için, Gibbs örnekleme sıra ile α , β , s , σ_s^2 ve σ_e^2 nin her birini ayrı ayrı alır ve bunların şartlı dağılışlarından örnekleme yapmak suretiyle yeni bir değer elde eder. Bu işlem çok sayıda iterasyon için devam eder ve parametrelerin değerleri her iterasyonda kaydedilir.

Geman ve Geman (1984), k . iterasyonda parametrelerin ortak dağılışının bütün parametrelerin ortak son dağılışına birlikte yaklaştığını göstermiştir. Sonuç olarak, kaydedilen değerler, her bir parametrenin marjinal son dağılışından yaklaşık örnek değerlerdir.

3.3.2. DFREML Analizi İçin Kullanılan Model

Çalışmada, hayvan modeli altında REML tahminleri için kullanılan model, yukarıda Bayesian tahminleri için açıklanan boğa modelindeki boğa etkilerinin yerine bireysel hayvan etkilerini içeren modeldir.

Bu çalışmada hayvan modeli altında REML tahminleri için, Karin Meyer tarafından 1998 yılında geliştirilen DFREML Ver. 3.0 β programı kullanılmıştır (Meyer, 1998). Analizlerde, şansa bağlı hayvan etkisi yayında, sabit etki olarak yıl-

mevsim (8 yıl ve 2 mevsim olmak üzere 16 seviyeli), kovaryet olarak ise laktasyon sırası ve buzağılama yaşı (ay) alınmıştır.

Verilerin analizinde DFREML Ver. 3.0 β program paketi içinde bulunan ve tek özellik analizleri için geliştirilmiş olan Türevsiz Tek Özellik Analizi (Derivative Free Univariate Analysis: DFUNI) programı kullanılmıştır.

3.3.2.1. DFUNI Programı İçin Veri Dosyasının Oluşturulması

DFUNI programı, tek özellik analizleri için hayvan modeli altında genetik parametrelerin ve damızlık değerlerin tahmini için geliştirilmiş bir programdır.

Analizde kullanılacak veri dosyası; hayvan (inek) kulak numarası, baba kulak numarası, ana kulak numarası, sabit çevre faktörleri, kovaryetler ve verim sütunlarından oluşan bir metin dosyası şeklinde düzenlenmektedir. Bu çalışmada kullanılan veri dosyasının formatı Çizelge 3.4’te verilmiştir.

Çizelge 3.4. DFUNI Programı İçin Veri Dosyası Formatı

Inek Kulak No	Baba Kulak No	Ana Kulak No	Yıl-Mevsim	Laktasyon Sırası	Buzağılama Yaşı (ay)	305 Gün Süt Verimleri
820044	1130	894	1	5	98	4506
820055	794	1780	2	6	105	2090
....						
....						
950241	901009	910131	16	1	28	7563
950335	920307	880148	16	1	24	2432

3.3.2.2. DFUNI Programının Çalıştırılması

Bu programda veri analizleri “kontrol dosyası oluşturarak” veya “etkileşimli” olmak üzere iki farklı şekilde yapılabilmektedir. Kullanımı diğerine göre daha kolay ve hata yapma riskinin daha az olduğu “etkileşimli veri analizi” için analiz aşamaları aşağıda verilmiştir (Ünalın ve ark, 1999).

1. Aşama

DFPREP programı çalıştırılır. Bu program ile sırasıyla sisteme:

1. Veri dosyasının adı girilir.
2. Veri dosyasının formatı (formatted-list directed input (seçenek 2)) girilir.
3. En büyük hayvan kulak numarası girilir.
4. Veriler için hangi analizin kullanılacağı girilir (univariate analysis).
5. Analiz edilecek verilerin kaç sütun olarak (right hand side) tanımlandığı girilir.
6. Kovaryet sayısı girilir.
7. Sabit etki sayısı girilir.
8. İlave (ilişkisiz) şansa bağlı etki sayısı girilir.
9. 2. hayvan etkisinin olup olmadığı girilir.
10. Özel etki seçeneği girilir.
11. Analizde değerlendirilecek en fazla hayvan sayısı, etkileşimli olarak girilir.

2. Aşama

1. DFUNI çalıştırılır.
2. İşlem seçeneği (analiz modelinden bilginin okunması: PREPARE) girilir.
3. En fazla 6 satırlık çalışma başlığı veya açıklama girilir ve boş satıra “*”

girilerek başlık bitirilir.

4. Analiz edilecek özellik sayısı girilir.
5. Özelliğin adı girilir.
6. Varsa kovaryet adı girilir.
7. Sabit etki veya etkilerin adı girilir.

8. 1’den küçük hangi düzeydeki ondalık sayıların sıfırdan farklı olarak işlemde kullanılacağı girilir. Örneğin 10^{-5} ve daha küçük sayıların sıfırdan farklı olarak kabul edilmesi isteniyorsa N yerine “5” değeri girilir.

3. Aşama

1. DFUNI çalıştırılır.
2. İşlem seçeneği (eşitliklerin yeniden sıralanması: ORDER) girilir.
3. 1’den küçük hangi düzeydeki ondalık sayıların sıfırdan farklı olarak işlemde kullanılacağı girilir.

4. Aşama

1. DFUNI çalıştırılır.
2. İşlem seçeneği (tahmin adımlarının yürütülmesi: ESTIMATE) girilir.
3. 1'den küçük hangi düzeydeki ondalık sayıların sıfırdan farklı olarak işlemde kullanılacağı girilir.
3. Kalıtım derecesi için başlangıç değeri girilir.
4. Yaklaşma (convergence) kriteri değeri girilir.
5. Kalıtım derecesi için tahmini alt değer girilir.
6. Kalıtım derecesi için tahmini üst değer girilir.

5. Aşama

1. DFUNI çalıştırılır.
2. İşlem seçeneği (son çözümlerin sağlanması: SOLVE) girilir.
3. 1'den küçük hangi düzeydeki ondalık sayıların sıfırdan farklı olarak işlemde kullanılacağı girilir.

Analiz sonuçları ise program tarafından oluşturulan DF66#DAT dosyasına yazılmaktadır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Süt Verim Özellikleri

Çalışmada, 1982-1995 yılları arasında doğan ve 100 boğa ile yapay olarak tohumlanan 1981 baş inekten, 1990-1997 yılları arasında elde edilen toplam 4807 laktasyon kaydı kullanılmıştır.

İneklerin gerçek süt verimleri ve laktasyon süreleri, dBASE programlama dili kullanılarak oluşturulmuş Veri Tabanını kullanan ve Trapez yöntemine uygun olarak geliştirilen bir programla hesaplanmıştır (EK-1). Daha sonra da bu değerlerden yararlanılarak 305 günlük süt verimleri ilerde açıklanan yöntemle hesaplanmıştır.

İşletmede süt kontrolleri aylık olarak her ayın 1. günü yapılmaktadır. Yine işletmede, Aralık 1983 tarihinden itibaren günde 3 sağım uygulamasına geçilmiştir. Sağmal hayvanların tümüne günde 3 sağım uygulanması nedeniyle, günde 2 sağıma göre bir düzeltme yapılmamıştır. Ayrıca İşletmede sütte yağ kontrollerinin yapılmaması nedeniyle yağ verimi için de herhangi bir düzeltme yapılmamıştır.

4.1.1. Laktasyon Sırası

Analizlerde kullanılan toplam 4807 laktasyon kaydının laktasyon sıralarına ve buzağılama yıllarına (laktasyon başlangıç yıllarına) göre dağılımı aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.1). Bu çizelgeden yıllar itibariyle laktasyondaki hayvanların sayılarındaki değişim kolaylıkla takip edilebilir. Örneğin, 1990 yılında ilk doğumunu yapan 140 inek bulunurken, bu ineklerin sayısı takip eden yıllarda ölüm, kesim, damızlık satışı ve damızlık dışı bırakılma vb. nedenlerle sırasıyla 87, 64, 50, 29, 23, 18 ve 14' e düşmüştür.

Çizelge 4.1. Buzağılama Yılları ve Laktasyon Sıraları İçin Kayıt Sayıları

Lak. Sırası	Laktasyon Başlangıç Yılları								Toplam
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	
1	140	242	266	212	150	169	215	123	1517
2	220	87	187	197	143	112	142	119	1207
3	74	138	64	124	121	105	81	51	758
4	56	53	89	50	73	92	85	30	528
5	40	27	36	58	29	47	67	24	328
6	42	24	20	28	36	23	32	32	237
7	26	16	19	10	14	26	18	10	139
7>	1	14	16	7	7	10	24	14	93
Toplam	599	601	697	686	573	584	664	403	4807

4.1.2. Laktasyon Süresi

Yapılan analizler sonucu buzağılama yıl ve aylarına göre laktasyon sürelerine ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ile birlikte aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3). Çizelge 4.2 incelendiğinde, 304.05 ± 1.50 (%95 güven aralığında) gün ortalama laktasyon süresinin süt sığırcılığı için ideal olan 305 güne çok yakın olması İşletmede bu yöndeki denetimin iyi olduğunu göstermektedir. İşletmede süt sığırcılığı üzerinde daha önce yapılan çalışmalarda; Özkütük (1980), ortalama laktasyon süresini 323 ± 2.2 gün, Cebeci ve Özkütük (1987) 303.7 ± 1.0 gün ve Cebeci (1990) 308.4 ± 1.2 gün olarak bildirmişlerdir.

Çizelge 4.2. Buzağılama Yıllarına Göre Ortalama Laktasyon Süreleri

Yıllar	Kayıt Sayısı	Laktasyon Süresi $\bar{X} \pm S\bar{x}$
1990	599	$298.27^{ab} \pm 4.13$
1991	601	$304.72^{bc} \pm 3.86$
1992	697	$296.37^a \pm 3.13$
1993	686	$305.92^{cd} \pm 3.93$
1994	573	$305.68^{cd} \pm 5.01$
1995	584	$302.47^{abc} \pm 4.72$
1996	664	$311.98^d \pm 4.25$
1997	403	$308.73^{cd} \pm 5.76$
Genel	4807	304.05 ± 1.50

(P<0.01)

Aşağıda verilen Çizelge 4.3'ten buzağılama aylarına göre laktasyon süreleri incelendiğinde, kış ve bahar aylarında başlayan laktasyonların genellikle daha uzun,

sonbahar aylarında (Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık) başlayan laktasyonların ise daha kısa sürdüğü görülmektedir.

Çizelge 4.3. Buzağılama Aylarına Göre Ortalama Laktasyon Süreleri

Buzağılama Ayları	Laktasyon Sayısı	Laktasyon Süresi $\bar{X} \pm S\bar{X}$
Ocak	507	307.36 ^c 4.54
Şubat	444	304.22 ^{abc} 5.03
Mart	488	307.41 ^c 4.90
Nisan	407	306.11 ^{bc} 5.25
Mayıs	448	306.66 ^{bc} 5.40
Haziran	425	302.10 ^{abc} 5.35
Temmuz	390	308.12 ^c 5.07
Ağustos	366	305.09 ^{abc} 4.99
Eylül	300	297.15 ^a 6.33
Ekim	340	300.91 ^{abc} 5.48
Kasım	309	300.59 ^{abc} 5.80
Aralık	383	298.07 ^{ab} 5.15
Genel	4807	304.05 1.50

(P<0.01)

4.1.3. Gerçek Süt Verimleri

Aşağıda sırasıyla buzağılama yıllarına ve buzağılama aylarına göre gerçek süt verim ortalamaları verilmiştir (Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5). Çizelge 4.4 incelendiğinde 1990 yılından 1997 yılına kadar gerçek süt verim ortalamalarında genelde önemli bir artış olduğu görülmektedir. Sadece 1991 yılından 1992'ye ve 1995 yılından 1996'ya süt verimlerinde düşüş gözlenmekle birlikte bu düşüşün istatistiksel açıdan önemli düzeyde olmadığı görülmektedir ($p>0.05$).

Çizelge 4.4. Buzağılama Yıllarına Göre Gerçek Süt Verim Ortalamaları

Yıllar	Laktasyon Sayısı	Gerçek Süt Verimi $\bar{X} \pm S\bar{x}$
1990	599	4008.5 ^a 82.71
1991	601	4470.4 ^b 82.71
1992	697	4444.4 ^b 72.91
1993	686	5136.9 ^c 89.57
1994	573	5510.3 ^d 112.70
1995	584	6178.5 ^e 116.42
1996	664	6102.5 ^e 108.19
1997	403	6553.1 ^f 159.34
Genel	4807	5235.7 42.92

(P<0.01)

Çizelge 4.5 incelendiğinde, Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Mayıs aylarında başlayan laktasyonlardaki gerçek süt verim ortalamalarının, genel ortalamadan daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu da kış ve bahar aylarında doğum yapan ineklerden, diğer aylarda doğum yapan ineklere göre daha fazla süt üretimi sağlandığını göstermektedir. Bu tespiti paralel olarak, İşletmedeki doğumların da bu aylarda daha fazla olması, bu yöndeki planlamanın da doğru yapıldığını göstermektedir.

Çizelge 4.5. Buzağılama Aylarına Göre Gerçek Süt Verim Ortalamaları

Buzağılama Ayları	Laktasyon Sayısı	Gerçek Süt Verimi $\bar{X} \pm S\bar{x}$
Ocak	507	5365.6 ^{cde} 135.82
Şubat	444	5535.0 ^e 141.90
Mart	488	5441.3 ^{de} 128.57
Nisan	407	5182.9 ^{abc} 146.02
Mayıs	448	5264.9 ^{bcd} 151.50
Haziran	425	5097.3 ^{ab} 130.92
Temmuz	390	5107.6 ^{ab} 154.05
Ağustos	366	5004.8 ^a 144.25
Eylül	300	4993.9 ^a 170.32
Ekim	340	5127.7 ^{abc} 159.54
Kasım	309	5198.2 ^{abc} 175.61
Aralık	383	5301.5 ^{bcd} 152.88
Genel	4807	5234.7 42.92

(P<0.01)

4.1.4. 305 Günlük Süt Verimleri

305 günlük süt verimleri hesaplanırken, ilk önce 305 günden daha fazla laktasyon süresi bulunan hayvanların (toplam 2016 kayıt) ilk 305 günde verdikleri süt verimleri 305 günlük süt verimi olarak alınmıştır.

İşletmede tutulan süt verim kayıtlarının incelenmesi sonucu, bazı hayvanların (toplam 1231 kayıt) hastalık, kesim, satış vb. nedenlerle laktasyonlarını normal olarak tamamlayamadıkları görülmüştür. Bu nedenle, bu kayıtlar için 305 günlük süt verimleri Akar ve Pekel (1990)'in bildirdiği Çarpımsal Düzeltme Faktörleri (ÇDF) kullanılarak hesaplanmıştır. Toplam 1560 laktasyon kaydı için ise herhangi bir düzeltme yapılmamıştır. Çünkü, bu kayıtların alındığı hayvanların laktasyon sürelerinin 305 günün altında olması tamamen genetik etkilerden kaynaklanmaktadır.

Genetik etkiler dışındaki nedenlerle laktasyon süreleri 305 günün altında olan hayvanların 305 günlük süt verimlerinin hesaplanması için, önce Trapez yöntemiyle tüm kayıtlar için 30.5'er günlük aralıklarla 31(15.5-45.5 gün), 61(46-76 gün), 92(76.5-106.5 gün), 122(107-137 gün), 153(137.5-167.5 gün), 183(168-198 gün), 214(198.5-228.5 gün), 244(229-259 gün), 275(259.5-289.5 gün), 305(290-320 gün), 336(320.5-350.5 gün), 366(351-381 gün), 397(381.5-411.5 gün), 427(412-442 gün) ve 458(442.5-472.5 gün) günlük süt verimleri hesaplanmıştır. Böylece laktasyon süreleri 15 sınıfa ayrılmıştır.

Belirlenen bu sınıflara ait toplamalı etki miktarları (Harvey, 1987)'in Harvey-LSMLMW programı kullanılarak hesaplanmıştır. Daha sonra da, 305 gün sınıfına ait etki miktarı standart çevre kabul edilerek tüm sınıflar için ÇDF'ler hesaplanmıştır.

Harvey'in LSMLMW analizi sonucu sınıflar için elde edilen etki miktarları ve bu değerlerden hesaplanan ÇDF'ler aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Laktasyon Süreleri İçin Çarpımsal Düzeltme Faktörleri

Sınıflar	Laktasyon Süresi (gün)	Etki Miktarları	ÇDF
1.Sınıf Etki Miktarı (α_1)	31	-3776.979237	7.670780
2.Sınıf Etki Miktarı (α_2)	61	-3130.127385	3.947301
3.Sınıf Etki Miktarı (α_3)	92	-2575.578321	2.787356
4.Sınıf Etki Miktarı (α_4)	122	-1996.868644	2.133191
5.Sınıf Etki Miktarı (α_5)	153	-1440.077441	1.740242
6.Sınıf Etki Miktarı (α_6)	183	-917.321167	1.483649
7.Sınıf Etki Miktarı (α_7)	214	-434.838805	1.305929
8.Sınıf Etki Miktarı (α_8)	244	4.832293	1.177407
9.Sınıf Etki Miktarı (α_9)	275	338.429051	1.095597
10.Sınıf Etki Miktarı ($\alpha_{10}:\alpha_8$)	305	797.405242	1.000000
11.Sınıf Etki Miktarı (α_{11})	336	1656.411194	0.859619
12.Sınıf Etki Miktarı (α_{12})	366	2203.493091	0.789072
13.Sınıf Etki Miktarı (α_{13})	397	2916.536194	0.712826
14.Sınıf Etki Miktarı (α_{14})	427	3535.000480	0.657703
15.Sınıf Etki Miktarı (α_{15})	458	2819.683454	0.722306
Genel ortalama (μ)	-	4462.713805	-

4.1.4.1. Çarpımsal Düzeltme Faktörleri (ÇDF)'nin Hesaplanması

Bu çalışmada 305 günlük süt verimlerinin hesaplanmasında Akar ve Pekel (1990)'nin verdiği Çarpımsal Düzeltme Faktörleri (ÇDF) kullanılmıştır. Çarpımsal Düzeltme Faktörleri:

$$\text{ÇDF} = (\mu + \alpha_s) / (\mu + \alpha_i)$$

formülüyle hesaplanmaktadır. Burada, μ genel ortalamayı, α_s standart kabul edilen çevreye ait etki miktarını, α_i ise i. çevrenin (ÇDF hesaplanacak çevre faktörünün) etki miktarını göstermektedir.

1. Sınıf için ÇDF'nin hesaplama şekli aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Sınıf için } \text{ÇDF} &= (\mu + \alpha_s) / (\mu + \alpha_1) \\
 &= (4462.713805 + 797.405242) / (4462.713805 + (-3776.979237)) \\
 &= 7.670780
 \end{aligned}$$

Benzer şekilde diğer sınıflara ait ÇDF'ler hesaplanmış ve elde edilen bu ÇDF ile gerçek süt verimleri çarpılarak 305 günlük süt verimleri hesaplanmıştır.

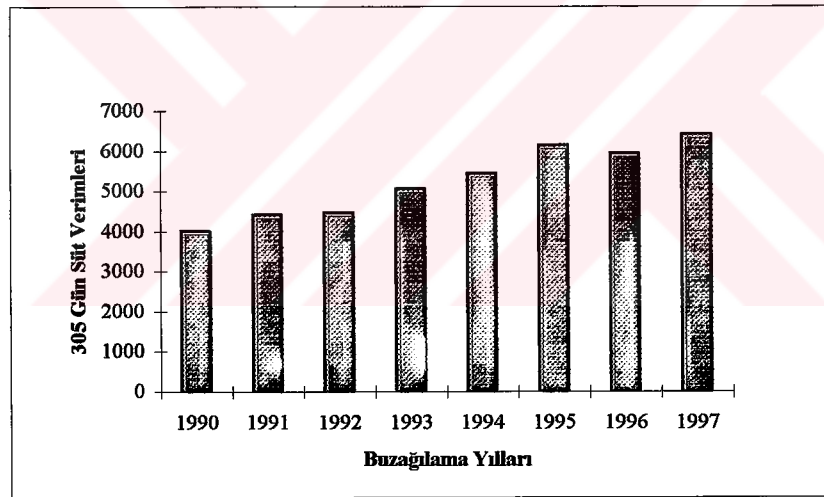
Analizler sonucu elde edilen 305 günlük süt verim ortalamaları aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.7). Bu çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi 1990

yılından 1997 yılına gelindiğinde 305 günlük süt verim ortalamasında önemli düzeyde bir artış olmakla birlikte, 1995 yılından 1996 yılına istatistiki açıdan önemli bir düşüş olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.7. Buzağılama Yıllarına Göre 305 Günlük Süt Verim Ortalamaları

Yıllar	Laktasyon Sayısı	305 Günlük S.V. $\bar{X} \pm S\bar{x}$
1990	599	4011.2 ^a 66.44
1991	601	4405.7 ^b 67.42
1992	697	4459.8 ^b 60.36
1993	686	5052.7 ^c 70.36
1994	573	5433.7 ^d 84.28
1995	584	6129.1 ^f 83.88
1996	664	5931.8 ^e 77.42
1997	403	6416.6 ^g 115.05
Genel	4807	5168 35.28

(P<0.01)



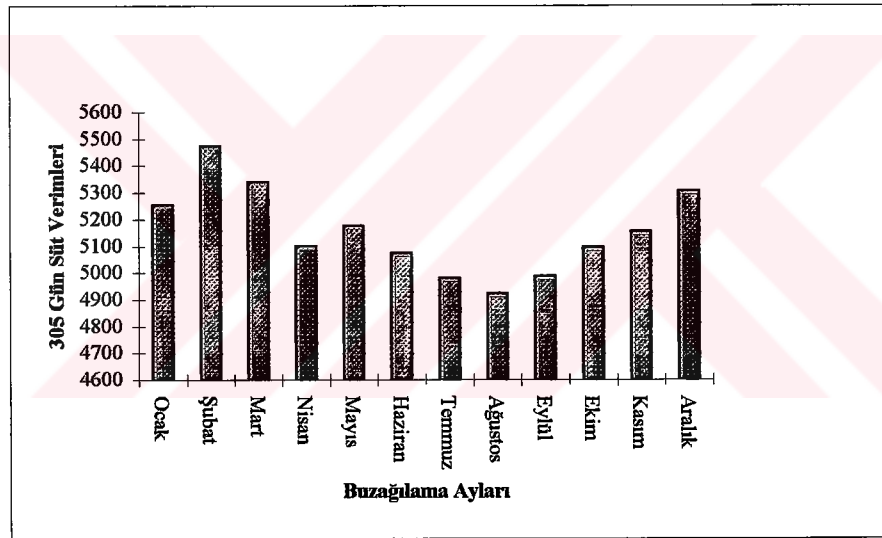
Şekil 4.1. Buzağılama Yıllarına Göre 305 Günlük Süt Verim Ortalamaları

Aşağıda verilen Çizelge 4.8 incelendiğinde, Materyal kısmında 3.1 Nolu grafikte verilen aylık ortalama sıcaklıklar ile süt verimleri arasında ters bir ilişkinin olduğu ve Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Mayıs ayları için 305 günlük süt verimleri ortalamalarının genel ortalamadan yüksek olduğu görülmektedir. Bu da gerçek süt verimlerinde olduğu gibi kış ve ilkbahar aylarında başlayan laktasyonlardan daha fazla süt verimi alındığını, özellikle yaz aylarında başlayan laktasyonlarda ise süt veriminin az olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.8. Buzağılama Aylarına Göre 305 Günlük Süt Verim Ortalamaları

Buzağılama Ayları	Laktasyon Sayısı	305 Günlük Süt Ver. $\bar{X} \pm S\bar{x}$
Ocak	507	5251.4 ^{cd} ± 109.95
Şubat	444	5472.6 ^e ± 113.68
Mart	488	5338.8 ^{de} ± 104.27
Nisan	407	5098.1 ^{abc} ± 119.95
Mayıs	448	5175.8 ^{bcd} ± 121.52
Haziran	425	5073.0 ^{abc} ± 106.82
Temmuz	390	4979.4 ^{ab} ± 125.63
Ağustos	366	4920.9 ^a ± 119.16
Eylül	300	4987.1 ^{ab} ± 138.57
Ekim	340	5052.0 ^{abc} ± 131.32
Kasım	309	5154.7 ^{bcd} ± 149.35
Aralık	383	5304.8 ^{de} ± 131.90
Genel	4807	5168.0 ± 35.28

(P<0.01)



Şekil 4.2. Buzağılama Aylarına Göre 305 Günlük Süt Verim Ortalamaları

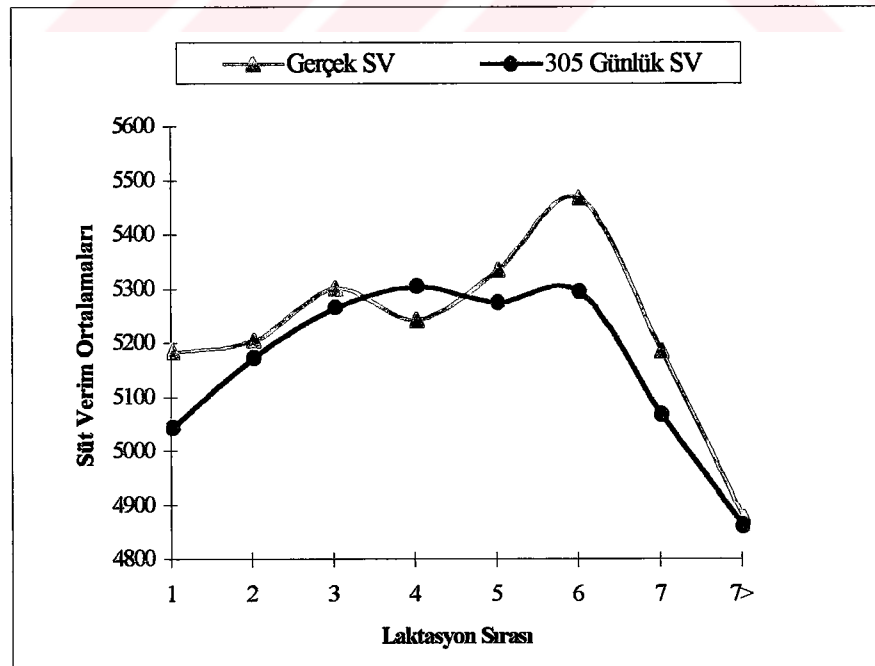
Bu çalışmadan elde edilen 5168.0 ± 35.28 kg olan 305 günlük süt verim ortalaması, daha önce Özkütük (1980)'in bildirdiği 3707.2 ± 57.2 kg'dan, Cebeci ve Özkütük (1987)'nin bildirdiği 3396.7 ± 17.2 kg ve Cebeci (1990)'nın bildirdiği 4142.1 ± 15.1 kg 305 günlük süt verim ortalamalarından önemli ölçüde yüksektir.

Yukarıda verilen çizelgelerden de görüleceği gibi, buzağılama yıllarının ve buzağılama aylarının süt verimlerinde istatistiki açıdan önemli düzeyde etkili olduğu, bu nedenle de REML ve Bayesian analizlerinde bu etkilerin de dikkate alınması gereği ortaya çıkmaktadır.

Aşağıda, laktasyon sıralarına ait gerçek ve 305 günlük süt verim ortalamaları verilmiştir (Çizelge 4.9). Bu çizelge incelendiğinde, laktasyon sıralarına göre gerçek süt verim ortalamaları arasında (1.-7. laktasyonlar arasında) istatistiki açıdan önemli bir fark çıkmazken, 305 güne göre düzeltilmiş süt verim ortalamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmuştur ($P<0.05$). Ayrıca, aşağıda laktasyon sırası için verilen grafik incelendiğinde, 305 güne göre düzeltilmiş laktasyon eğrisinin düzeltilmemiş (gerçek) verimlerden elde edilen eğriden daha tutarlı olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.9. Laktasyon Sıralarına Göre Gerçek ve 305 Günlük Süt Verim Ortalamaları

Laktasyon Sırası	Kayıt Sayısı	Gerçek Süt Ver. Ort.(kg)	305 Günlük Süt Ver. Ort.(kg)
1	1517	5187.7 ^b	5046.0 ^{ab}
2	1207	5206.9 ^b	5175.7 ^{bcd}
3	758	5304.2 ^b	5268.1 ^{bcd}
4	528	5246.6 ^b	5309.1 ^d
5	328	5338.1 ^b	5279.4 ^{bcd}
6	237	5472.8 ^b	5298.0 ^{cd}
7	139	5188.0 ^b	5069.6 ^{abc}
7>	93	4880.0 ^a	4864.0 ^a
Genel	4807	5235.7	5168.0



Şekil 4.3. Laktasyon Sırasına Göre Gerçek ve 305 Günlük Süt Verim Ortalamaları

4.2. Varyans Unsurları ve Bunların Fonksiyonlarına Ait Tahminler

Çalışmada varyans unsurları ve bunların fonksiyonlarına ait REML tahminleri hem boğa modeli altında hem de hayvan modeli altında yapılmıştır. Boğa modeli için SAS paket programı (SAS Institute, 1987) kullanılmıştır. Hayvan modeli için ise DFREML Ver 3.0 β program paketi kullanılmıştır (Meyer, 1998). Bayesian tahminleri için ise Gibbs örnekleme yöntemi uygulayan GIBBSMZ programı kullanılmıştır.

4.2.1. Boğa Modeli Altında REML Tahminleri ve Gibbs Örnekleme Sonuçları

305 günlük süt verimlerine ait varyans unsurları (σ_s^2 , σ_e^2 , σ_p^2) ve kalıtım derecesi (h^2)'nin REML tahminleri ve bunların standart sapmaları ve regresyon katsayılarının REML tahminleri aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12).

Çalışmada ele alınan tek değişkenli model için Gibbs örnekleme işlemi iki kez tekrarlanmıştır. İlkinde, üzerinde durulan parametrelere rastgele başlangıç değerleri verilmiş ve 2500 iterasyondan elde edilen değerler kaydedilmiştir. 2000 iterasyonun “convergence” için yeterli olduğu anlaşıldığından, ilk 500 değer atılarak 2000 iterasyonun ortalaması alınmıştır. İkinci işletimde bu ortalamalar başlangıç değerleri olarak kullanılarak 2000 iterasyondan elde edilen değerler kaydedilmiştir. Böylece, modeldeki parametreler hakkındaki marjinal son yorumlamalar ikinci işletimden elde edilen 2000 iterasyon üzerinden yapılmıştır. Ön (prior) serbestlik dereceleri ν_s ve ν_e 1 olarak alınmıştır.

2000 iterasyona dayalı Gibbs örneklemesinden elde edilen varyans unsurları ve kalıtım derecesinin son beklenen değerleri ve bunların standart sapmaları ve kovaryetlere ait regresyon katsayılarının son beklenen değerleri sırasıyla aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12). Değerler incelendiğinde Gibbs örneklemesinden elde edilen tahminler ile REML tahminlerinin hemen hemen aynı olduğu görülecektir.

Bayesian yaklaşımının avantajı, parametreler hakkındaki yorumlamaların, sadece nokta tahminleri ve yaklaşık standart sapmalar yerine, bunların son

dağılıklarının dikkate alınarak yapılmasıdır. Bu veri seti için REML tahminlerinin Gibbs örneklemesinden elde edilen son beklenen değerlere oldukça benzer olduğu bulunmuştur.

REML ve Gibbs örnekleme için kullanılan veri setinin özellikleri aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. REML ve Gibbs Örnekleme İçin Kullanılan Veri Setinin Yapısı

Toplam Kayıt Sayısı	4807
Yıl-Mevsim Sayısı	16
Boğa Sayısı	100
Boğa Başına Düşen Ortalama Kız Sayısı	46.551
Laktasyon Sırası Sayısı	8
1. Laktasyon İçin Kayıt Sayısı	1517
2. Laktasyon İçin Kayıt Sayısı	1207
3. Laktasyon İçin Kayıt Sayısı	758
4. Laktasyon İçin Kayıt Sayısı	528
5. Laktasyon İçin Kayıt Sayısı	328
6. Laktasyon İçin Kayıt Sayısı	237
7. Laktasyon İçin Kayıt Sayısı	139
7'den Büyük Laktasyonlar İçin Kayıt Sayısı	93
305 Günlük Süt Verim Ortalaması	5168
Standart Sapma	1248
Standart Hata (%95 güven aralığında)	35.28

Çizelge 4.11. REML Tahminleri ve Gibbs Örnekleme (2000 İterasyona Dayalı) İle Varyans Unsurları ve Bunların Fonksiyonlarının Son Beklenen Değerleri ve Standart Sapmaları

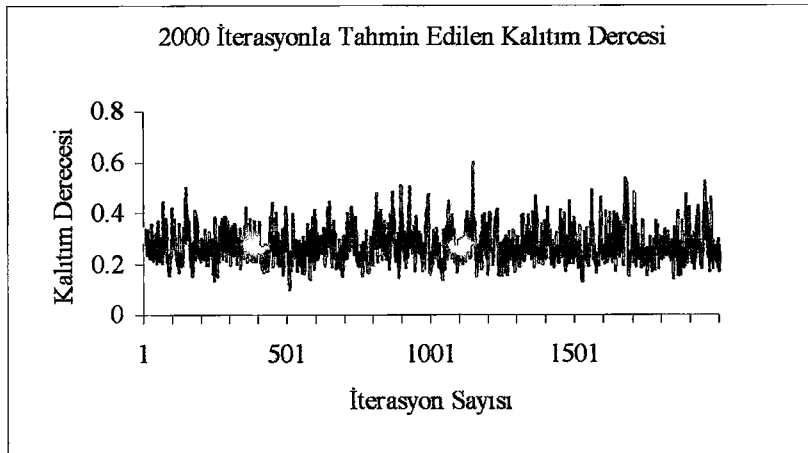
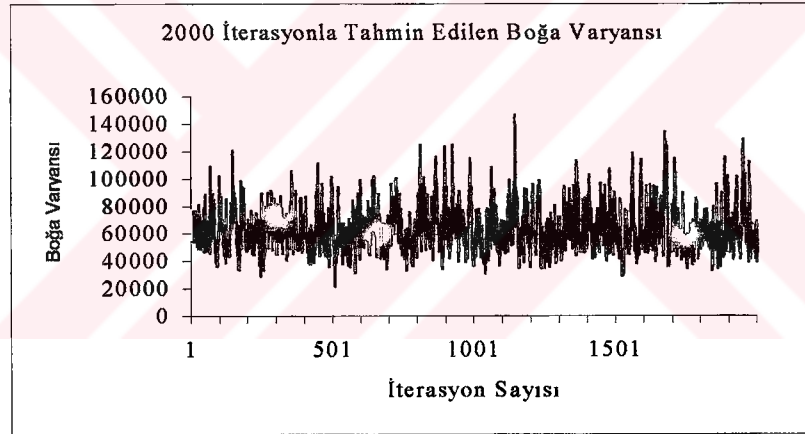
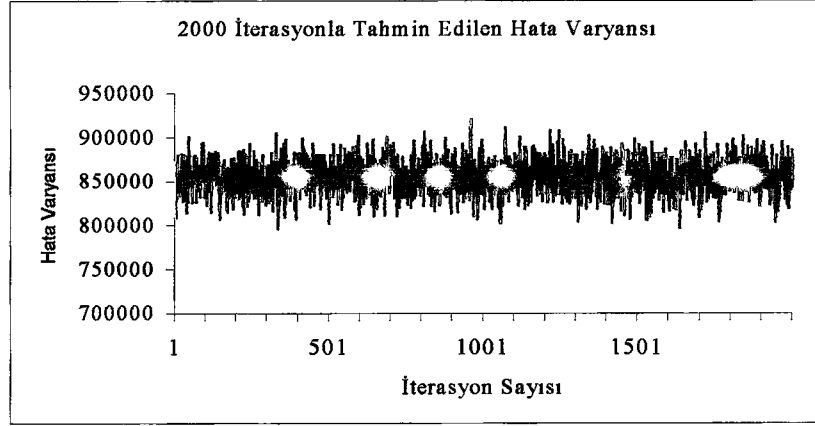
Yöntem	σ_s^2	σ_e^2	γ^*	h^2
REML	64677.201	854770.800	0.0756	0.281
GIBBS	63764.010 (15390.940)	856911.400 (17961.980)	0.0745 (0.018)	0.276 (0.062)

* varyansların oranı, (σ_s^2/σ_e^2)

Çizelge 4.12. REML Tahminleri ve Gibbs Örnekleme (2000 İterasyona Dayalı) İle Regresyon (Doğrusal) Katsayılarının Son Beklenen Değerleri ve Standart Sapmaları

Yöntem	Laktasyon Sırası	Buzağılama Yaşı (ay)
REML	83.84 (35.68)	-6.57 (3.01)
GIBBS	83.46 (35.90)	-6.55 (3.04)

2000 iterasyona dayalı olarak tahmin edilen hata varyansı, boğa varyansı ve kalıtım derecesine ait grafikler aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.4. İterasyonlardan Tahmin Edilen Varyans Unsurları ve Kalıtım Derecesi

4.2.2. Hayvan Modeli Altında REML Tahminleri

Hayvan modeli altında REML analizleri için, Karin Meyer tarafından 1998 yılında geliştirilen DFREML Ver. 3.0 β program paketi kullanılmıştır. Yapılan analiz sonunda elde edilen tanımlayıcı istatistikler ve pedigrı verileri özeti, varyans unsurları ve genetik parametre tahminleri ile sabit etkili faktör (yıl-mevsim) için çözümler sırasıyla aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.13, Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15).

Çizelge 4.13. Tanımlayıcı İstatistikler ve Pedigrı Verileri Özeti

Uydurulan Model Numarası	1
Toplam Kayıt Sayısı	4807
Toplam Hayvan Sayısı	2807
Özellik Sayısı	1
Süt Verim Ortalaması	5168.0
Standart Sapma	1248.12
Standart Hata (%95 güven aralığında)	35.28
Sabit Etki Sayısı	1
1. Sabit Etki Adı	Yıl-Mevsim
Seviye Sayısı	16
Kovariyet Sayısı	2
1. Kovariyet Adı	Laktasyon Sırası
2. Kovariyet Adı	Buzağılama Yaşı
1. Kovariyet İçin Ortalama	2.72
1. Kovariyet İçin Standart Sapma	1.79
2. Kovariyet İçin Ortalama	47.17
2. Kovariyet İçin Standart Sapma	21.29
Toplam Eşitlik Sayısı	2826
Temel (Base) Kabul Edilen Hayvan Sayısı	826
Kaydı Bulunan Hayvan Sayısı	1981
Döl Kaydı Bulunan Baba Sayısı	100
Döl Kaydı Bulunan Ana Sayısı	1452
Döl Kaydı Bulunan Büyük Baba Sayısı	80
Döl Kaydı Bulunan Büyük Anne Sayısı	631

Çizelge 4.14. Varyans Unsurları ve Genetik Parametre Tahminleri

Tek Değişkenli Analiz İçin Verim Sayısı	1
Log Likelihood (NRM* ile birlikte)	-34987.06
Ekleme Genetik Varyans (σ_a^2)	437060.13
Hata Varyansı (σ_e^2)	573787.06
Fenotipik Varyans (σ_p^2)	1010847.19
Fenotipik Standart Sapma (σ_p)	1005.40
Fenotipik Varyasyon Katsayısı (%)	19.45
Kalıtım Derecesi (%)	43.24

* Numerical Relationship Matrix: Sayısal Akrabalık Matrisi.

Çizelge 4.15. Sabit Etki (Yıl-Mevsim) İçin Çözümler

Seviye No	Kayıt Sayısı	Ortalama	GLS-Çözümü	LSQ-Çözümü
1	246	4229.63	-785.30	-960.14
2	353	3858.94	-1094.92	-1313.23
3	197	4512.48	-554.49	-666.57
4	404	4353.56	-658.19	-814.70
5	231	4645.07	-496.42	-525.61
6	466	4367.91	-738.42	-799.11
7	256	5056.12	-145.97	-113.76
8	430	5050.65	-84.29	-116.74
9	206	5637.00	389.64	471.66
10	367	5319.59	95.08	153.12
11	214	6152.92	793.61	989.62
12	370	6115.35	765.87	951.83
13	271	6081.57	729.68	915.66
14	393	5828.54	422.41	666.09
15	201	6499.85	1096.33	1339.00
16	202	6333.75	1007.64	1173.14

GLS: Genelleştirilmiş Enküçük Kareler, LSQ: Enküçük Kareler.

Seviye No için 1: 1990 ve 1. mevsimi, ... , 16: 1997 ve 2. mevsimi göstermektedir.

4.3. Boğa ve İnekler İçin Damızlık Değerleri Tahmin Sonuçları

Aşağıda her üç yöntemle elde edilen boğalar için sıralı damızlık değerleri verilmiştir (Çizelge 4.16). Çizelge incelendiğinde, boğa modeli kullanılarak (REML ve Gibbs örnekleme) tahmin edilen damızlık değerlerine göre boğaların sıralanışların hemen hemen aynı olduğu (Kendall'ın tau korelasyon katsayısı 0.997), hayvan modeli altında (DFREML ile) tahmin edilen boğa sıralanışlarının ise diğer iki yöntemle elde edilen sıralanıştan farklı (REML ile DFREML arasında 0.745, Gibbs örnekleme ile DFREML arasında ise 0.744) olduğu görülmektedir.

Yine aşağıda verilen Çizelge 4.16'dan, boğa modeli ve hayvan modeli altında REML, DFREML ve Gibbs Örnekleme yöntemleriyle elde edilen damızlık değerlere göre boğa sıralanışları incelendiğinde, ilk 10'a giren boğalar arasında önemli bir farklılık bulunmazken, bazı boğalar için önemli sayılabilecek farklılıkların da olduğu görülmektedir. Örneğin, boğa modeli altında 11. sırada yer alan 3634 kulak numaralı boğa, hayvan modeli altında 25. sıraya düşerken; yine boğa modeli altında 13. sırada yer alan 95 kulak numaralı boğa, hayvan modeli altında 42. sıraya düşmüştür.

Çizelge 4.16. Boğalara Ait REML, DFREML ve Gibbs Örnekleme Yöntemleriyle Elde Edilen Damızlık Değer (DD) Tahminleri

DD'ye Göre Sıra No	Y Ö N T E M L E R					
	REML (Boğa Modeli)		DFREML (Hayvan Modeli)		GIBBS (Boğa Modeli)	
	Kulak No	DD	Kulak No	DD	Kulak No	DD
1	4096	584.11	3998	1345.66	4096	1170.85
2	3998	534.26	4096	1242.89	3998	1070.76
3	4204	497.23	4204	1133.47	4204	996.80
4	3978	361.14	3978	998.17	54	737.76
5	54	361.06	4167	895.65	3978	726.91
6	3481	304.56	860026	721.70	3481	610.65
7	890213	296.97	890213	719.26	890213	594.54
8	890848	282.46	890848	640.97	890848	565.79
9	3697	272.07	3481	619.41	3697	546.60
10	860043	225.49	54	566.99	860043	451.67
11	3634	224.72	860043	560.79	3634	451.37
12	4167	218.35	4020	516.33	4167	437.01
13	95	212.91	901008	510.91	95	428.62
14	860035	209.65	4152	452.41	860035	420.46
15	860026	208.40	3697	431.80	860026	417.43
16	3970	182.12	3970	409.13	3970	367.13
17	880108	180.51	860035	407.70	880108	361.98
18	4020	164.85	901009	365.18	4020	330.28
19	760079	160.19	900235	345.68	760079	324.14
20	318	145.79	910274	341.07	318	293.98
21	795	143.02	3438	338.32	795	293.11
22	3438	140.65	860190	330.85	3438	288.18
23	155	133.55	880108	326.33	155	270.23
24	901009	130.33	880210	325.70	901009	267.89
25	1087	129.47	3634	320.24	1087	263.07
26	901008	125.13	920748	306.14	901008	256.44
27	36	117.13	679	282.00	36	235.69
28	57	112.62	780008	281.36	57	227.31
29	920748	109.61	155	268.15	920748	225.43
30	780008	107.93	860071	247.45	780008	221.63
31	880114	106.71	795	231.45	880114	217.34
32	890214	105.39	890214	219.30	890214	212.25
33	4152	103.73	841101	198.60	4152	208.59
34	841101	85.82	880114	195.24	841101	173.78
35	850208	81.22	860041	165.21	850208	162.96
36	1082	60.55	900243	154.89	1082	125.24
37	860190	53.49	1024	109.12	860190	108.41
38	910274	51.23	36	107.77	910274	104.13
39	900235	48.81	623	83.49	900235	97.61
40	697	38.27	760079	81.07	697	79.34

Çizelge 4.16 (Devam)

41	900243	36.51	697	77.92	900243	73.91
42	860041	28.24	95	67.33	860041	57.20
43	1024	26.36	850208	53.46	1024	54.78
44	679	22.82	57	53.34	679	47.11
45	860071	20.08	1082	28.15	860071	40.82
46	1132	15.33	4050	13.06	1132	32.11
47	468	9.45	468	8.33	468	19.73
48	880210	8.49	1087	-13.27	880210	17.40
49	860081	-8.94	860078	-26.25	623	-17.21
50	623	-9.82	1132	-51.93	860081	-17.60
51	860054	-21.43	900229	-54.99	860054	-41.99
52	3841	-30.17	3841	-67.91	3841	-60.73
53	27	-32.35	48	-71.69	27	-62.58
54	860140	-41.11	910008	-84.47	860140	-81.70
55	48	-48.81	910113	-101.47	48	-96.70
56	910218	-52.12	760402	-105.04	910218	-105.54
57	4133	-54.31	318	-105.16	1130	-107.97
58	1130	-54.46	860054	-114.93	4133	-111.55
59	1067	-61.99	860140	-115.93	1067	-123.51
60	910113	-67.20	910218	-125.61	910113	-135.30
61	860020	-69.71	900313	-126.03	860020	-138.29
62	975	-73.94	4133	-131.50	975	-145.56
63	181	-75.17	181	-145.41	181	-148.49
64	860078	-83.54	900183	-170.84	860078	-166.35
65	794	-84.35	1130	-180.46	794	-168.30
66	900229	-84.76	860081	-215.85	900229	-169.77
67	386	-89.31	910051	-235.67	386	-176.64
68	4050	-95.33	870228	-236.24	4050	-190.48
69	840126	-99.39	1067	-236.35	840126	-199.05
70	850319	-119.14	840126	-244.50	850319	-236.40
71	910051	-128.61	27	-274.26	850201	-256.59
72	850201	-128.80	880189	-284.16	910051	-260.86
73	319	-134.13	850201	-286.52	319	-268.79
74	900183	-134.47	5855	-287.00	900183	-271.04
75	860208	-138.22	900311	-287.07	1043	-284.94
76	1043	-143.67	975	-333.90	860208	-286.30
77	860061	-146.88	860061	-343.24	860061	-293.13
78	870228	-149.79	860208	-355.66	870228	-298.92
79	890101	-160.44	860020	-411.01	330	-321.49
80	330	-161.66	486	-411.36	890101	-326.10
81	910008	-171.87	1043	-412.45	910008	-344.02
82	780004	-176.67	330	-432.69	780004	-350.84
83	5855	-178.01	386	-439.43	5855	-361.88
84	900313	-182.28	780004	-450.15	900313	-364.64
85	83	-188.97	794	-462.37	83	-375.49

Çizelge 4.16 (Devam)

86	900311	-198.47	911019	-481.24	900311	-396.39
87	486	-206.93	83	-485.90	486	-411.49
88	911019	-211.31	890101	-534.82	880189	-429.47
89	880189	-212.80	880112	-540.23	911019	-433.78
90	910020	-231.33	1101	-555.84	910020	-473.41
91	760402	-244.88	841131	-578.60	760402	-494.87
92	1101	-257.90	890138	-642.45	1101	-514.14
93	397	-271.68	1131	-654.66	397	-541.29
94	841131	-277.56	850319	-682.02	841131	-560.21
95	880112	-280.46	126	-743.23	880112	-560.63
96	1131	-289.42	397	-749.47	1131	-577.40
97	126	-297.65	319	-754.73	126	-596.57
98	890138	-333.95	910020	-773.29	890138	-677.73
99	890207	-389.59	890207	-906.71	360	-783.60
100	360	-393.04	360	-914.73	890207	-788.45

Hayvan modeli altında DFREML yöntemiyle, analizde yeralan toplam 2707 inek (laktasyon kaydı bulunan 1981 ve laktasyon kaydı bulunmayan 726 ebeveyn inek olmak üzere) için elde edilen sıralı damızlık değerleri (Generalized Least Square: GLS Çözümleri) ve ortalama verimler EK-4'te verilmiştir. İneklerin, damızlık değerlerine ve ortalama verimlerine göre sıralanışları arasındaki sıra korelasyonu incelendiğinde, Kendall'ın tau korelasyon katsayısı 0.377 olarak oldukça düşük bulunmuştur.

Ayrıca, Çizelge 4.17'den damızlık değerlerine göre ilk 10 ineğin damızlık değerleri ve ortalama verimlerine göre sıralanışları incelendiğinde damızlık değerine göre 1. sırada yeralan 920777 kulak numaralı ineğin, ortalama verimine göre de 1. sırada yer almasına rağmen, diğer ineklerden sadece 940713 kulak numaralı ineğin ortalama verimine göre 2. sırada olduğu, diğer 8 ineğin ise ortalama verimlerine göre ilk 10'na dahi giremedikleri (11. sıra ile 91. sıraya kadar düştükleri) görülmektedir.

Çizelge 4.17. Damızlık Değerlerine Göre İlk 10'a Giren İneklere Ait Damızlık Değer, Ortalama Verim ve Pedigri Bilgileri

İnek Kık No	Dam. Değ. (DD)	DD Sıra No	Ort. Süt Ver.	Lak. Sayısı	Ort. Süt Ver. Sıra No	Baba Kık No	Ana Kık No
920777	1664.68	1	8854.00	2	1	890848	890787
910150	1464.82	2	7432.25	4	47	4204	880070
930865	1457.00	3	8082.00	2	11	3998	900535
900910	1432.90	4	7300.60	5	61	4204	850862
930758	1390.79	5	8037.00	2	13	4204	910301
910023	1366.12	6	7195.80	5	82	4096	830211
940279	1331.67	7	7362.00	1	52	3998	900383
900918	1327.89	8	7103.40	5	91	4096	850525
920489	1290.84	9	7654.33	3	25	890848	890074
940713	1285.47	10	8670.00	1	2	4167	900647

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlara dayalı olarak yapılan öneriler aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

1. Ceylanpınar Tarım İşletmesi Siyah Alaca sığır popülasyonunda 1990-1997 yıllarına ait (8 yıllık) ortalama laktasyon süresinin 304.05 ± 1.50 gün olması, dolayısıyla da bu değerin süt sığırıcılığı için normal olarak kabul edilen 305 günlük ortalamaya çok yakın olması, İşletmede bu yönde yapılan denetimlerin rasyonel olarak yapıldığını göstermektedir. Bununla birlikte toplam 4807 laktasyonun yaklaşık %58'inin (2791 laktasyon; bunun 1231'inin hastalık, satış, kesim vb. gibi genetik etkiler dışındaki nedenlerle, 1560'ın da hayvanların genetik yapıları nedeniyle) 305 günün altında, yaklaşık %42'sinin (2016 laktasyon) de 305 günün üzerinde olması; özellikle 305 günün üzerindeki laktasyon süresine sahip hayvanlar için, modern süt sığırıcılığı işletmelerinde yetiştirme takvimi çerçevesinde olması gereken 60 günlük kuruda kalma süresinin pratikte uygulanmadığını ya da yeterli düzeyde uygulanmadığını göstermektedir. Yine toplam laktasyon kayıtlarından yaklaşık %12.5'inin ($603/4807=0.125$) 365 gün ve üzerinde olması da bu laktasyon süresine sahip hayvanlardan yılda 1 buzağı alınamadığını; yani döl tutma bakımından da İşletmede önemli sayılabilecek sorunların olduğunu göstermektedir.

2. Bu çalışma ile süt sığırıcılığı konusunda yürütülen çalışmalarda, laktasyon süt verimlerinin 305 güne göre düzeltilmesinin gerekli olduğu bir kez daha gündeme gelmiştir. Çünkü, gerçek süt verimlerinden elde edilen laktasyon eğrisinin süt sığırıcılığı için teorik olarak beklenenden farklı bir eğri olduğu, 305 güne göre düzeltilmiş verimlerden elde edilen laktasyon eğrisinin ise beklenen bir trend gösterdiği ortaya çıkmıştır (Şekil 4.3).

3. Laktasyon sırasına göre 305 güne göre düzeltilmiş süt verim ortalamaları incelendiğinde, 4. laktasyona kadar düzenli bir artışın olduğu, 4. ve 6. laktasyonlar arasında en yüksek değere ulaştığı ve 6. laktasyondan sonra düşüşe geçtiği ortaya çıkmıştır. Bu verilerin de süt sığırıcılığı konusunda beklenen değerler içerisinde olması, İşletmede aylık olarak tutulan süt verim kayıtlarının sağlıklı olduğunu göstermektedir.

4. Buzağılama yıllarına ait 305 güne göre düzeltilmiş süt verim ortalamaları incelendiğinde, ortalamanın 1990 yılında 4011.2 kg iken, 1997 yılında 6416.6 kg'a yükselmiş olması, İşletmede 7 yıllık periyotta süt verim ortalamalarında önemli artışın (toplam olarak 2405.4 kg, yıl başına ise ortalama 343.6 kg'lık bir artış) gerçekleştiğini göstermektedir. Bu değerler, sürünün ortalama veriminde yıllık olarak %6.94'lük ($6416.6=4011.2 \times (1+r)^7$ ise $r = 0.0694$) bir artışın gerçekleşmesi anlamına gelmektedir. Önemli oranda gerçekleşen bu artışa, çevre koşullarının (bakım ve besleme) zaman içerisinde iyileştirilmesi yanında, İşletmedeki hayvanlar arasındaki genetik varyasyonun (dolayısıyla ferdi verimlere göre damızlık seçimindeki isabetin yüksek olması) ve sürü yenileme oranının da yüksek oluşu (dolayısıyla generasyonlar arası sürenin kısalması) neden olarak gösterilebilir.

Ayrıca, hayvan modeli altında tahmin edilen kalıtım derecesi (h^2) ve generasyonlar arası sürenin de 3.93 yıl (İşletmedeki sağmal hayvanların ortalama yaşı 47.17 ay olduğundan $47.17/12=3.93$ yıldır) olduğu dikkate alındığında, İşletmede her yıl sürüye katılan damızlıkların sürü ortalamasından yaklaşık olarak 3140 ($\Delta G_y = ih^2/y$ ise $i = (343.6 \times 3.93)/0.43 = 3140.34$) kg'lık bir ortalama verim üstünlüğüne (seleksiyon üstünlüğüne) sahip oldukları sonucu ortaya çıkmaktadır.

5. Buzağılama yıllarına ait 305 güne göre düzeltilmiş süt verim ortalamalarında, yıldan yıla en yüksek artışın 1994 yılından (5433.7 kg) 1995 yılına (6129.1 kg) 695.4 kg'lık bir artışla gerçekleştiği, 1995 yılından (6129.1 kg) 1996 yılına (5931.8 kg) 197.3 kg'lık istatistiksel olarak da önemli bir düşüş olduğu saptanmıştır ($P<0.01$).

6. Analizlerde, 305 güne göre düzeltilmiş süt verim ortalamaları üzerinde buzağılama yılları ve buzağılama aylarının istatistiksel olarak önemli düzeyde etkide bulundukları saptanmıştır ($P<0.01$). Bu nedenle analizlerde yıl-mevsim etkisi sabit etki olarak alınmıştır. Bu etki için 8 yıl ve 2 mevsim (ortalamanın altındaki ve üstündeki aylar) olmak üzere 16 seviye alınmıştır. Ayrıca, analizlerde buzağılama yaşı (ay) ve laktasyon sırası kovaryet olarak kullanılmış ve bu faktörlerin de 305 günlük süt verimleri üzerinde istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür (sırasıyla $P<0.01$ ve $P<0.05$).

7. Süt verimi için tahmin edilen kalıtım derecesinin (h^2);

a) Boğa modeli altında REML yöntemi ile yaklaşık 0.28,

b) Boğa modeli altında Bayesian yöntemi ile yaklaşık 0.27,

c) Hayvan modeli altında DFREML yöntemi ile yaklaşık 0.43 hesaplanması, bu sonuçların kalıtım derecesi için önceki çalışmalarda bildirilen sınırlar içerisinde bulunduğunu, ayrıca süt verimi yönünden İşletmedeki hayvanlar arasındaki genetik varyasyonun da önemli düzeyde olduğunu göstermektedir.

8. Boğa modeli ile hayvan modeli altında tahmin edilen kalıtım derecelerinin birbirlerinden farklı olması, yöntemlerde kullanılan farklı etkilerden kaynaklanmaktadır. Lin ve ark (1990), boğa modeli ile hayvan modeli arasındaki farkları aşağıdaki gibi özetlemiştir.

a) Boğa modellerinde sadece boğa geçirim kabiliyetleri (damızlık değerleri) hesaplanabilirken, hayvan modellerinde hem boğaların hem de ineklerin damızlık değerleri eş zamanlı olarak tahmin edilebilmektedir.

b) Boğa modelleri söz konusu olduğunda sadece boğalar arasındaki akrabalıklar dikkate alınırken, hayvan modelleri analizlerinde tüm dişi ve erkekler arasındaki akrabalıklar kullanılmakta, böylece boğa modeli ile hesaplanamayan planlı çiftleştirmeler ve seleksiyon etkileri hayvan modeli ile değerlendirilebilmektedir.

Bu bilgiler ışığında, hayvan modeli altında DFREML yöntemiyle tahmin edilen kalıtım derecesinin, boğa modeli altında REML ve Gibbs örnekleme yöntemleriyle tahmin edilen kalıtım derecelerinden yaklaşık %15-16 daha yüksek çıkmış olması, boğa modeli altında kabul edilen varsayımların (kız verimleri üzerinde sadece babaların farklı olmalarının etkili olduğu ve babaların birbirleriyle akraba olmadıkları varsayımlarının) bu çalışmada kullanılan veri seti için doğru bir yaklaşım olamayacağını göstermektedir. Yani, hayvan modeli altında DFREML yöntemi ile tahmin edilen kalıtım derecesi, boğaların çiftleştiği ineklerin popülasyonu temsil eden rastgele örnekler olmadığını, genetik yapılarının önemli sayılabilecek düzeyde birbirlerinden farklı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, boğa modeli altında REML ve Gibbs örnekleme yöntemleriyle elde edilen hata varyansları (sırasıyla 854770.80 ve 856911.40) ile hayvan modeli altında DFREML yöntemi ile elde edilen hata varyansı

(573787.06) karşılaştırıldığında, hayvan modeli altında elde edilen hata varyansının, boğa modeli altında elde edilen hata varyanslarından yaklaşık olarak %23 daha küçük çıkmış olması, bu çalışma için hayvan modelinin boğa modelinden daha güvenilir tahminler verdiğini göstermektedir.

Swallow ve Monahan (1984), dengesiz veriler içeren tek yönlü şansa bağlı bir model için farklı yöntemler (ANOVA, MIVQUE, REML ve ML) ile elde edilen varyans unsurları tahminlerindeki yansızlığın karşılaştırılmasında değerlendirme kriteri olarak varyansların oranını (σ_a^2 / σ_e^2) dikkate almışlar ve bu oranın <0.50 olduğu durumda ML yönteminin, ≥ 0.50 olduğunda REML yönteminin, ≥ 1 olduğu durumda ise MIVQUE (Minimum Variance Quadratic Unbiased Estimation) yönteminin daha yansız tahminler verdiğini bildirmişlerdir. Bu kriter dikkate alındığında, bu çalışma için boğa modeli altında REML ve Gibbs örnekleme yöntemleriyle elde edilen varyans oranlarının (σ_s^2 / σ_e^2) sırasıyla 0.0756 ve 0.0745 olarak ve <0.50 şeklinde elde edilmiş olmasına karşın; hayvan modeli altında DFREML yöntemi ile elde edilen varyans oranının (σ_a^2 / σ_e^2) ise 0.761 olarak elde edilmiş olması ve bu değer de ≥ 0.50 olması, bu çalışma için hayvan modeli altında DFREML yönteminin tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir.

9. Boğa modeli altında sadece boğaların damızlık değerleri tahmin edilebilirken, hayvan modeli altında DFREML yöntemi ile analizlerde yeralan tüm erkek ve dişiler (süt verim kaydı bulunmayan inekler de dahil) için damızlık değerler tahmin edilmiştir. Bu değerlerin işletmede daha sonra yapılacak damızlık seçiminde, bugün için uygulanan (sadece ineklerin ortalama verimlerinin dikkate alındığı) damızlık seçimi yerine kullanılması durumunda ise sürünün genetik ıslahı çok daha hızlı ve isabetli olarak gerçekleştirilebilecektir.

10. İnekler için EK-4'te verilen ortalama verimler ve damızlık değer tahminleri incelendiğinde, ortalama verimler ile damızlık değer tahminlerinin birbiri ile paralel olmadığı; sıra korelasyon katsayısının oldukça düşük olduğu (Kendall'ın tau korelasyon katsayısı 0.377) saptanmıştır. Buna çarpıcı bir örnek olması açısından; damızlık değerine (959.36) göre 50. sırada yeralan 890772 kulak numaralı ineğin,

ortalama verimi (6803.80) dikkate alındığında; yine damızlık değerine (1191.76) göre 14. sırada yeralan 890627 kulak numaralı ineğin ortalama veriminden (6716.20) daha yüksek ortalama verime sahip olması gösterilebilir. Bu da sadece ortalama verimler dikkate alınarak yapılan damızlık seçiminin isabetli ve sağlıklı bir seçim şekli olamayacağını göstermektedir.

Diğer taraftan, hayvan modeli altında DFREML yöntemiyle kendi verim kayıtları bulunmayan ineklerin de damızlık değerlerinin elde edilmiş olması, daha sonra yapılacak ıslah çalışmalarının planlanması açısından da önem taşımaktadır.

10. Hayvan modeli ve boğa modeli altında elde edilen boğalara ait damızlık değer tahminleri incelendiğinde, her iki model altında elde edilen boğa sıralanışları arasındaki sıra korelasyon katsayısının (Kendall'ın tau korelasyon katsayısı) yaklaşık 0.75 düzeyinde olduğu görülmüştür. Bu sonuç, her iki modelle tahmin edilen boğalara ait damızlık değerinin birbirine yakın olduğunu göstermektedir.

11. Bayesian yöntemleri kullanılarak elde edilen varyans unsurları tahminleri, mevcut bilgilerin ön dağılımlar şeklinde analizlere dahil edilebilmesi, şansa bağlı değişkenlere ait tüm bilginin bu değişkenin son dağılımında bulunması ve yorumların da bu dağılım esas alınarak yapılması nedeniyle daha etkilidirler.

Bayesian yöntemleri ile varyans unsurlarının nokta tahminleri elde edilmediğinden geleneksel ANOVA ve ML yöntemlerinde karşılaşılan sorunlar (özellikle negatif varyans unsurları tahminleri) ortaya çıkmaz. Böylece, bu yöntemler ile elde edilen tahminler daima kendi parametre sınırları içerisinde kalırlar. Bu avantajları yanında, Bayesian yöntemlerinin tek olumsuz tarafı güçlü bilgisayarlara ve analitik integrale gereksinim duymasıdır. Bu sorunlar da günümüzde güçlü bilgisayarların ve analitik olarak integral almayı gerektirmeyen Gibbs örnekleme gibi iteratif yöntemlerin devreye girmesiyle aşılmıştır.

12. Sonuç olarak bu çalışmada, hayvan ıslahının teori ve uygulamalarında yoğun olarak kullanılan varyans unsurları ve bunlara ait fonksiyonların tahmininde kullanılan güncel yöntem ve modeller ele alınarak ve uygulamada elde edilen veriler kullanılarak, anılan yöntem ve modelleri içeren bilgisayar programları karşılıklı olarak incelenmiş ve tartışılmıştır.

KAYNAKLAR

- AKAR, M., PEKEL, E., 1990. Hayvan Islahı Uygulaması. ÇÜZF Ders Kitabı No:7. 1990, Adana.
- ALBUQUERQUE, L.G., KEOWAN, J.F., VLECK, L.D.V., VAN VLECK, L.D., SMITH, C., 1994. Proceeding, 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, University of Guelph, Ontario, Canada, 7-12 August, 1994. Volume 17. Genetics and Breeding of Dairy and Beef Cattle, Swine and Horses. 1994, 34-37.
- BARNET, V., 1973. Comparative Statistical Inference. Reader in Statistics, University of Newcastle upon Tyne, 1973.
- BEK, Y., FIRAT, M.Z., CEBECİ, Z., PEKEL, E., 1998. Çiftlik Hayvanlarının Genetik Islahında Bayesian Metodu Kullanarak Verime Etki Yapan Varyans Unsurlarının Tahmini Algoritmaları ve Islah İçin En Uygun Bilgisayar Programının Geliştirilmesi. VHAG-1221 Projesi Kesin Raporu, 1998, Adana.
- BERGER, J.O., 1985. Statistical Decision Theory. Springer-Verlag, N.Y., 1985.
- BROEMELING, L.D., 1985. Bayesian Analysis of Linear Models. Marcel Dekker, N.Y., 1985.
- BOETTCHER, P.J., GIBSON, J.P., 1997. Estimation of Variance of Maternal Lineage Effects Among Canadian Holstein. J. Dairy Sci. 1997, 80:2167-2176.
- BOX, E.P.G., TIAO, G.C., 1973. Bayesian Inference In Statistical Analysis. Department of Statistics University of Wisconsin. Madison, Wisconsin, August, 1972.
- CAMPOS, M.S., WILCOX, C.J., BECERRIL, C.M., DIZ, A., 1994a. Genetics Parameters for Yield and Reproductive Traits of Holstein and Jersey Cattle in Florida. J. Dairy Sci. 1994, 77:3, 867-873.
- _____, WILCOX, C.J., HEAD, H.H., WEBB, D.W., HAYEN, J., 1994b. Effects on Production of Milking Three Times Daily on First Lactation Holstein and Jersey in Florida. J. Dairy Sci. 1994, 77:770-773.

- CANTET, R.J.C., FERNANDO, R.L., GIANOLA, D., 1992. Bayesian Inference About Dispersion Parameters of Univariate Mixed Models With Maternal Effects: Theoretical Considerations. *Genet. Sel. Evol.* 1992, 24: 107-135.
- CARABANO, M.J., 1989. Estimation of Genetic Parameters for Milk and Fat Yields for Dairy Cattle Populations in Spain and United States. Dissertation Abstracts International.B, Sciences and Engineering. 1989, 49:10, 4080.
- CARVALHERIA J.G.V., BLAKE, R.W., POLLAK, E.J., QUAAS, 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 Herd of Lucerna Cattle and in United States Holstein Herds. *J. Dairy Sci.* 1998, 81(10):2738-2751.
- CEBECİ, Z. 1990. Süt Sığırcılığında Damızlık Seçiminde En İyi Doğrusal Yansız Tahmin (Best Linear Unbiased Prediction) Yöntemi, Yönteme İlişkin Bilgi İşlem Algoritmaları ve Ceylanpınar Tarım İşletmesi Siyah Sığır Populasyonuna Uygulanması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Zootekni Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 1990, Adana (yayınlanmamış).
- _____, ÖZKÜTÜK, K., 1987. Ceylanpınar Tarım İşletmesi Siyah Alaca Sığır Populasyonu Üzerine Bir Çalışma. Ç.Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi, 1(3), 55-67.
- CRUMP, S.L., 1951. The Present Status of Variance Components Analysis. *Biometrics.* 1951, 7:1-16.
- DEMATAWEWA, C.M.B., BERGER, P.J., 1998. Genetic and Phenotypic Parameter for 305-Day Yield, Fertility and Survival in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 1998, 81(10):2700-2709
- DONG, M.C., VAN VLECK, L.D., 1988. Effect of Relationships on Estimation of Variance Components with an Animal Model and Restricted Maximum Likelihood. *J. Dairy Sci.* 1988, 71:3047-3052.

- FIRAT, M.Z., 1995. A Comparison of Analysis of Variance, Maximum Likelihood and Bayesian Methods for the Estimation of Variance Components. 3rd Balkan Conference on Operational Research Proceedings Volume II. 16-19 Oct. 1995, Thessaloniki, Greece.
- _____, BEK, Y., 1997. Varyans Unsurlarının Tahmini İçin Maksimum Olabilirlik Metodlarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Ç.Ü.Z.F. Dergisi. 1997, 12, (1):1-8.
- _____, 1997a. Hayvan Islahında Negatif Varyans UNSURLU Tahmini ve Tahmin Yöntemlerinin İncelenmesi. Ç.Ü.Z.F. Dergisi. 1997, 12, (1):169-176.
- _____, 1997b. Hayvan Islahında Tek Değişkenli Boğa Modelinin Kullanımı, Bazı Kısıtlamalar, Problemler ve Çözüm Yolları. Ç.Ü.Z.F. Dergisi. 1997, 12, (2):119-126.
- _____, THEOBALD, C.M., THOMPSON, R., 1997a. Univariate Analysis of Test Day Milk Yields of British Holstein-Friesian Heifers Using Gibbs Sampling. Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci. 1997, 47:213-220.
- _____, THEOBALD, C.M., THOMPSON, R., 1997b. Multivariate Analysis of Test Day Milk Yields of British Holstein-Friesian Heifers Using Gibbs Sampling. Animal Sci. 1997, 47:221-229.
- _____, KUMLU, S., 2000. Genetic Parameters for Milk Yields of Turkish Holstein Friesian Cows Using Bayesian Analysis. University of Mediterranean, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, 2000, Antalya, (yayınlanmamış).
- FOULLEY, J.L., IM, S., GIANOLA, D., HOESCHELE, I., 1987. Empirical Bayes Estimation of Parameters for Poligenic Binary Traits. Genet. Sel. Evol. 1987, 19:197-224.
- GELFAND, A. E., HILLS, S.E., RACINE-POON, A., SMITH, A.F.M., 1990. Illustration of Bayesian Inference in Normal Data Models Using Gibbs Sampling. J. Amer. Statist. Assoc. 1990, 85:972-985.
- _____, SMITH, A.F.M., 1990. Sampling-Based Approaches to Calculating Marginal Densities. J. Amer. Statist. Assoc. 1990, 85:398-409.

- GEMAN, S., GEMAN, D., 1984. Stochastic Relaxation, Gibbs Distribution and the Bayesian Restoration of Images, IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 1984, 6:721-741.
- GIANOLA, D., FERNANDO, R.L., 1986. Bayesian Methods in Animal Breeding Theory. J. Anim Sci. 1986, 63:217-244.
- _____, FOULLEY, J.L., 1990. Variance Estimation from Integrated Likelihoods (VEIL). Genet. Sel. Evol. 1990, 22:403-417.
- GRAYBILL, F.A., HULTQUIST, R.A., 1961. Theorems Concerning Einsenhart's Model II. Annals of Mathematical Statistics. 1961, 32:126-269.
- HARRIS, B.L., FREEMAN, A.E., METZGER, E., 1992. Genetic and Phenotypic Parameters for Type and Production in Gurnsey Dairy Cows. J. Dairy Sci. 1992, 75:1147-1153.
- HARTLEY, H. O., RAO, J.N.K., 1967. Maximum Likelihood Estimation for the Mixed Analysis of Variance Model. Biometrika, 54:93-108.
- HARVEY, L.W., 1987. Mixed Model Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program. User's Guide for LSMLMW PC-1 Version. (Policopy).
- HARVILLE, D.A., 1974. Bayesian Inference For Variance Components Using Only Error Contrasts. Biometrika. 1974, 54: 93-108.
- _____, 1977. Maximum Likelihood Approaches to Variance Components Estimation and to Related Problems. J. Amer. Statist. Assoc. 1977, 72:320-338.
- _____, CALLANAN, T.P., 1990. Computational Aspects of Likelihood-Based Inference For Variance Components. in: Advances in Statistical Methods For The Genetic Improvement of Livestock (Gianola, D., and Hammond, K. Eds) Springer-Verlag, Berlin. 1990, 136-176.
- HASTINGS, W.K., 1970. Monte Carlo Sampling Methods Using Markov Chains and Their Applications. Biometrika, 1970, 50:97-109.
- HENDERSON, C.R., 1953. Estimation of Variance and Covariance Components. Biometrics, 1953, 9:226-252.

- _____, 1984. Application of Linear Models in Animal Breeding. Univ. Guelph, Guelph, Ont.
- _____, 1986. Recent Developments in Variance and Covariance Estimation. J. Anim. Sci. 1986, 63:208-216.
- HILL, B.M., 1965. Inference About Variance Components in the One-Way Model. J. Amer. Statist. Assoc. 1965, 60:806-825.
- HOSCHELE, I., 1989. A Note on Local Maxima in Maximum Likelihood, Restricted Maximum Likelihood and Bayesian Estimation of Variance Components. J. Statist. Comput. Simul. 1989, 33:149:160.
- JAMROZIK, J., SCHAEFFER, L.R., 1997. Estimates of Genetic Parameters for A Test Day Model with Random Regressions for Yield Traits of First Lactation Holsteins. J. Dairy Sci. 1997, 80(4):762-770.
- JUGA, J., 1992. Estimation of Variances and Covariances of Milk Traits by REML with an Individual Animal Model. Acta Agriculturae Scandinavica. Selection A, Animal Science. 1992, 42:4, 198-204.
- KALBFLEISCH, J. D., SPROTT, D. A., 1970. Application of the Likelihood Methods to Models Involving Large Numbers of Parameters (with discussion). J. R. Stat. Soc. B, 32, 175.
- KLOTZ, J.H., MILTON, R.C., ZACKS, S., 1969. Mean Square Efficiency of Estimators of Variance Components. J. Amer. Statist. Assoc. 1969, 64: 1383-1402.
- LEE, P.M., 1989. Bayesian Statistics: An Introduction. Oxford University Press, New York.
- LIN, C.Y., YOKOUCHI, K., TOGASKI, K., 1990. Evaluation of Genetic Values by Best Linear Unbiased Prediction Procedure. Res. Bull. Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn. 154, 65-82.
- LINDLEY, D.V., SMITH, A.F.M., 1972. Bayes Estimation for the Linear Model. J. Roy. Statist. Soc. Ser. B. 1972, 34: 1-18.
- MACKEY, H., 1998. Gibbs Sampling.
Web Adres: <http://pstat.ucsb.edu/~mackey/adv/node14.html>

- McCULLAGH, P., NELDER, J.A., 1998. Generalized Linear Models (Second Edition), Chapman and Hall, New York, D.C.
- MEYER, K., 1998. DFREML Version 3.0 β User Notes.
Web Adres: <http://agbu.une.edu.au/~kmeyer/homepage.html>
- MISZTAL, I., LAWLOR, T.J., SHORT, T.H., RADEN, P.M.V., VAN RADEN, P.M., 1992. Multiple-Trait Estimation of Variance Components of Yield and Type Traits Using An Animal Model. J. Dairy Sci. 1994, 75:2, 544-551.
- ÖZKÜTÜK, K., 1980. Ceylanpınar Devlet Üretme Çiftliği Siyah Alaca Sığırlarının Islahı İçin Önerilebilecek Bazı Modeller ve Çiftlikte Tutulan Kayıtlardan Bu Amaçla Yararlanma Olanakları. Ç.Ü.Z.F. (Doçentlik Tezi)
- PATTERSON, H.D., THOMPSON, R., 1971. Recovery of Inter-Block Information When Block Sizes Unequal. Biometrika, 1971, 58:545-551.
- RAO, C.R., 1973. Linear Statistical Inference and Its Application, 2nd Edition, Wiley and Sons, New York.
- SAS Institute, 1987. SAS User's Guide. Release 6.03 Edition. Cary, North Caroline, SAS Institute Inc.
- SCHEFFE, H., 1961. The Analysis of Variance. John Wiley and Sons, NY, 1961.
- SEARL, S.R., 1971. Topics in Variance Components Estimation. Biometrics, 1971, 27:1-76.
- _____, 1987. Linear Models for Unbalanced Data. John Wiley & Sons, New York, NY.
- SMITH, D.W., MURRAY, L.W., 1984. An Alternative to Eisenhart's Model II and Mixed Model in the Case of Negative Variation Estimates. J. Amer. Statist. Assoc. 1984, 79:145-151.
- SMITH, S.P., GRASER, H.U., 1986. Estimating Variance Components in a Class of Mixed Models by Restricted Maximum Likelihood. J. Dairy Sci. 1986, 69:1156-1165.
- SUZUKI, M., VLECK, L.D.V., VAN VLECK, L.D., 1994. Heritability and Repeatability for Milk Production Traits of Japanese Holsteins from An Animal Model. J. Dairy Sci. 1994, 77:2, 583-588.

- SWALVE, H., VAN VLECK, L.D., 1987. Estimation of Genetic (Co)Variances for Milk Yield in First Tree Lactations Using an Animal Model and Restricted Maximum Likelihood. *J. Dairy Sci.* 1987, 70:842-849.
- TEMPELMAN, R.J., BURNSIDE, E.B., 1990. Additive and Nonadditive Genetic Variance for Production Traits in Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 1990, 73:8, 2206-2213.
- THOMPSON, W.A., 1962. The Problems of Negative Estimates of Variance Components. *Annals of Mathematical Statistics.* 1962, 33:273-289.
- _____, MOORE, J.R., 1963. Non-negative Estimates of Variance Components. *Techometrics.* 1963, 5:441-449.
- TIAO, G.C., TAN, W.Y., 1965. Bayesian Analysis of Random-Effect Models in the Analysis of Variance. I. Posterior Distribution of Variance Components. *Biometrika.* 1965, 52: 37-53.
- URL, 2002. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Web Sayfası.
Web Adres: <http://www.meteor.gov.tr/webler/turizm/havailermaster.htm>
- ÜNALAN, A., CEBECİ, Z., TAHTALI, Y., GÜNEY, O., 1999. Türevsiz Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik Yöntemi İle Genetik Parametre Tahminleri Üzerine Bir Çalışma. 3. Tarımda Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu. 3-6 Ekim 1999, Adana.
- VISSCHER, P.M., THOMPSON, R., 1992. Univariate and Multivariate Parameter Estimates for Milk Production Traits Using An Animal Model. I. Description and Results of REML Analyses. *Genet. Sel. Evol.* 1992, 24:5, 415-430.
- WANG, C.S., RUTLEDGE, J.J., GIANOLA, D., 1993. Marginal Inferences About Variance Components in A Mixed Linear Model Using Gibbs Sampling. *Genet. Sel. Evol.* 1993, 25:41-61.
- _____, RUTLEDGE, J.J., GIANOLA, D., 1994. Bayesian Analysis of Mixed Linear Model via Gibbs Sampling with An Application to Litter Size in Iberian Pigs. *Genet. Sel. Evol.* 1994, 26:91-115.

- WELPER, R.D., FREEMAN, A.E., 1992. Genetic Parameters for Yield Traits of Holstein, Including Lactose and Somatic Cell Score. J. Dairy Sci. 1992, 75:5, 1342-1348.**
- ZELLNER, A., 1971. An Introduction to Bayesian Inference in Econometrics. Wiley, N.Y., 1971.**



ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı	Adnan ÜNALAN
Doğum Tarihi	25.06.1971
Doğum Yeri	Şarkışla, Sivas
Medeni Hali	Evli, 1 çocuk
Yabancı Dil	İngilizce

1. ÖĞRENİM HAYATI

İLK VE ORTA ÖĞRENİM (1977-1988)		
	İlkokul (1977-1982)	Kayapınar Köyü İlköğretim Okulu, Şarkışla/Sivas
	Ortaokul (1982-1985)	Şarkışla Lisesi - Orta kısım
	Lise (1985-1986)	Şarkışla Lisesi (1. Sınıf)
	Lise (1986-1988)	Kayseri Sümer Lisesi (2. ve 3. Sınıf)
	Lise Bitirme Derecesi	6.90 (10 üzerinden)
YÜKSEK ÖĞRENİM (1989-2002)		
A) Lisans (1989-1993)		Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü
	Mezuniyet	İç - İç Sınıflanmış Deneme Planları
	Tez Konusu	(1992-1993 Öğretim Yılı)
	Lisans Yaz Stajı	Yem Bitkileri Üretim ve Araştırma İstasyonu Kayseri (1992)
	Seminer Konusu	Sığır Besiciliği (1993)
	L. Bitirme Derecesi	77.35 (100 üzerinden)
B) Y. Lisans (1993-1996)		Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni Anabilim Dalı
	Tez Konusu	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Süt Keçiciliği İşletmesindeki Keçilerin Doğrudan Güncelleme Yöntemi İle Damızlık Değerlerinin Tahmini Üzerine Bir Çalışma

	Aldığı Dersler	Hayvan Islahının Genetik Esasları, Zooteknide İleri Bilgisayar Kullanımı, Büyükbaş Hayvan Yetiştiriciliğinde Üremenin Yapay Kontrolü, Dağılım Teorisi-I, Lineer Modeller-I, Seleksiyon ve Genetik Parametre Tahminleri, Araştırma ve Deneme Metodları-II, Olasılık Teorisi, Hayvancılıkta Projelendirme Teknikleri, Türkiye Hayvancılığında Yasal Düzenlemeler
	Verdiği Seminerler	Damızlık Değeri Hesaplama Yöntemleri, Doğrudan Güncelleme (Direct Updating) Yöntemi İle Damızlık Değerlerinin Saptanması
	Yabancı Dil Hazırlık Sınıfı Bitirme Derecesi	86 (100 üzerinden)
	Yüksek Lisans Bitirme Derecesi	86.37 (100 üzerinden)
C) Doktora (1996-2002)		Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Zooteknik Anabilim Dalı
	Tez Konusu	Ceylanpınar Tarım İşletmesi Siyah Alaca Sığır Populasyonunda Süt Verimi İle İlgili Genetik Parametrelerin Bayesian ve REML Yöntemleriyle Tahmini
	Aldığı Dersler	Türkiye Hayvancılığında Ülkesel ve Bölgesel Projeler, Keçi Yetiştiriciliğinde Et Üretimi, Veri Tabanları ve Bilgisayarlı Sürü Yönetimi, İleri Genetik, Web Tasarımı, Türkiye Hayvancılığını Geliştirme Yolları, Küçükbaş Hayvanlarda Kayıt Tutma Sistemleri, Gen Klonlama, Parametrik Olmayan İstatistik, Matris Kuramı

Verdiği Seminerler	Türkiye’de Damızlık Yetiştiricileri Birliklerinin Kurulması ve Hayvan Populasyonlarının Genetik Islahı Bakımından Önemi
Doktora Bitirme Derecesi	3.65 (4.00 üzerinden)

2. ÇALIŞMA HAYATI

Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi (13 Şubat 1994 - devam)	
Görev Aldığı Projeler	Yüksek Lisans Tez Projesi - Araştırmacı (1995-1996), Doktora Tez Projesi - Araştırmacı (1998-2002), KKTC Tarımsal Araştırma ve Geliştirme Paketi Kapsamında “KKTC Holstein Friesian Sığır Populasyonunun Genetik Islahı, Planlaması ve Organizasyonu Üzerine Çalışmalar” Projesi - Araştırmacı (1999-devam)
Görev ve Üyelikleri	ÇÜZF Zootečni Bölümü Kantin Denetçisi (1994-...), 3. Tarımda Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu Düzenleme Kurulu Üyesi (3-6 Ekim 1999, Adana), ZOOTEK-DER Üyesi (1999-..., Adana), Tüm Ziraatçılar Dayanışma Derneği Üyesi (2000-....)
Asiste Ettiği Dersler (Öğr. Üyesi, Süre)	Hayvan Islahı (E.Pekel, Z.Cebeci-8 yıl), Hayvancılık Organizasyonları (E.Pekel, Z.Cebeci-8 yıl), Hayvancılıkta Proj. Teknikleri (E.Pekel, O.Güney-8 yıl), Bilgisayara Giriş (Z.Cebeci-4 yıl), Bilgisayar Programlama (Z.Cebeci-4 yıl)

EKLER

EK-1. TRAPEZ.PRГ Program Dosyası:

- * Bu Program Hayvanların Laktasyon Verim ve Sürelerini Trapez Yöntemine Göre
- * Hesaplayan Bir Programdır.
- * $\text{TRAPEZ YÖNTEMİ} = A * K_1 + \text{TOPLAM} (K_i + (K_{i+1})) / 2 * a$
- * Formüldeki: A: Doğumla ilk kontrol günü arasındaki süreyi, a: Kontrol aralığını (bu
- * değer 30.5 gün alınmıştır), $K_i = i$. kontrol günü süt verimini göstermektedir.

```
USE TGMVERİ.DBF
SET DATE BRITISH
SET TALK OFF
T=0
N=0
DO WHILE .NOT.EOF()
  IF K1<>0.AND.K2<>0
    T=T+(K1+K2)/2
    N=N+1
  IF K2<>0.AND.K3<>0
    T=T+(K2+K3)/2
    N=N+1
  IF K3<>0.AND.K4<>0
    T=T+(K3+K4)/2
    N=N+1
  IF K4<>0.AND.K5<>0
    T=T+(K4+K5)/2
    N=N+1
  IF K5<>0.AND.K6<>0
    T=T+(K5+K6)/2
    N=N+1
  IF K6<>0.AND.K7<>0
    T=T+(K6+K7)/2
    N=N+1
  IF K7<>0.AND.K8<>0
    T=T+(K7+K8)/2
    N=N+1
  IF K8<>0.AND.K9<>0
    T=T+(K8+K9)/2
    N=N+1
  IF K9<>0.AND.K10<>0
    T=T+(K9+K10)/2
    N=N+1
  IF K10<>0.AND.K11<>0
```

```

T=T+(K10+K11)/2
N=N+1
IF K11<>0.AND.K12<>0
  T=T+(K11+K12)/2
  N=N+1
IF K12<>0.AND.K13<>0
  T=T+(K12+K13)/2
  N=N+1
IF K13<>0.AND.K14<>0
  T=T+(K13+K14)/2
  N=N+1
IF K14<>0.AND.K15<>0
  T=T+(K14+K15)/2
  N=N+1
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
EKSURE=0
EKSURE=IKTAR-DTAR
SVER=(T*30.5)+(EKSURE*K1)
SSURE=N*30.5
REPLACE SUT WITH SVER
REPLACE SURE WITH SSURE+EKSURE
T=0
N=0
SKIP
ENDDO

```

EK-2. TRAPEZ305.PRG Program Dosyası:

- * 305 Günden Fazla Laktasyon Süresi Olan Hayvanların İlk 305 Günlük Laktasyon
- * Verimlerini Trapez Yöntemine Göre Hesaplayan Bir Programdır.

```
USE TGMVERİ.DBF
SET DATE BRITISH
SET TALK OFF
T=0
N=0
DO WHILE .NOT. EOF()
  EKSURE=IKTAR-DTAR
  IF K1<>0.AND.K2<>0
    T=T+(K1+K2)/2
    N=N+1
  IF K2<>0.AND.K3<>0
    T=T+(K2+K3)/2
    N=N+1
  IF K3<>0.AND.K4<>0
    T=T+(K3+K4)/2
    N=N+1
  IF K4<>0.AND.K5<>0
    T=T+(K4+K5)/2
    N=N+1
  IF K5<>0.AND.K6<>0
    T=T+(K5+K6)/2
    N=N+1
  IF K6<>0.AND.K7<>0
    T=T+(K6+K7)/2
    N=N+1
  IF K7<>0.AND.K8<>0
    T=T+(K7+K8)/2
    N=N+1
  IF K8<>0.AND.K9<>0
    T=T+(K8+K9)/2
    N=N+1
  IF K9<>0.AND.K10<>0
    T=T+(K9+K10)/2
    N=N+1
  IF N*30.5+EKSURE>305
    KONTROL=305-(N*30.5+EKSURE)
    SVER=(T*30.5)+EKSURE*K1-KONTROL*(K9+10)/2
    SSURE=N*30.5+EKSURE-KONTROL
    REPLACE SUT305 WITH SVER
    REPLACE SURE305 WITH SSURE
```


EK-3. SAS Paket Programında REML Analizi İçin Komut Dizilimi:

```
options linesize=79 pagesize=50;
data milk;
  infile 'D:\adnan\milk1.dat' ;
  input inek ana sire lacno buzyas yilmev lacsure sut305;
proc means;
run;
proc sort;
by lacno;
run;
proc means;
var sut305;
by lacno;
run;
proc sort;
by yilmev;
run;
proc means;
var sut305;
by yilmev;
run;
proc sort;
by sire;
run;
proc means;
var sut305;
by sire;
run;
PROC glm;
  CLASS yilmev sire ;
  MODEL sut305=yilmev lacno sire buzyas /solution;
  random sire;
  lsmeans sire;
run;
PROC mixed;
  CLASS yilmev sire;
  MODEL sut305=yilmev lacno buzyas /solution;
  random sire / solution;
run;
```

EK-4. DFREML Analizi İle İnekler İçin Elde Edilen Sıralı Damızlık Değerleri

Sıra No	Klk No	Kayıt Say.	Ortalama	GLS	Sıra No	Klk No	Kayıt Say.	Ortalama	GLS
1	920777	2	8854.00	1664.68	51	950124	1	8358.00	958.66
	910150	4	7432.25	1464.82		900383	6	6595.67	956.20
	930865	2	8082.00	1457.00		940173	1	6055.00	954.21
	900910	5	7300.60	1432.90		930909	2	7770.50	951.34
	930758	2	8037.00	1390.79		920761	2	7172.00	950.91
	910023	5	7195.80	1366.12		890867	5	6973.20	949.55
	940279	1	7362.00	1331.67		910473	4	7063.00	946.55
	900918	5	7103.40	1327.89		920796	2	7093.50	938.16
	920489	3	7654.33	1290.84		890507	6	6470.00	933.22
	940713	1	8670.00	1285.47		930744	2	7199.00	929.85
	930666	1	7108.00	1284.68		890700	4	6420.25	929.71
	920462	3	7523.33	1256.43		890684	3	6372.33	927.87
	910212	4	7036.50	1231.12		930726	2	7211.50	924.41
	890627	5	6716.20	1191.76		930163	2	7216.50	918.60
	930048	3	7984.67	1190.90		900913	5	6744.40	914.51
	930234	2	8164.50	1186.01		840057	3	5972.33	911.41
	910748	3	7102.67	1178.40		890787	6	6178.67	908.30
	900299	5	6804.40	1169.48		890706	6	6567.83	906.64
	930554	2	7403.00	1166.67		920673	3	7204.67	898.68
	940660	1	8525.00	1154.59		940783	1	7836.00	895.66
	890705	6	6945.33	1151.39		940602	1	6016.00	895.60
	930872	1	7364.00	1121.28		920758	2	7314.50	894.47
	940065	2	7337.50	1094.78		930776	2	7451.00	889.84
	930913	2	7509.50	1093.31		920321	3	7098.00	889.44
	940203	2	7499.00	1092.95		930580	2	7054.00	888.86
	900938	4	7038.25	1088.19		930669	2	7719.00	888.76
	890216	6	6541.67	1084.87		930739	2	7352.00	880.42
	930714	1	7490.00	1071.04		870725	7	6472.86	878.05
	920017	3	6919.33	1067.21		940493	1	7588.00	876.34
	920681	3	7282.33	1061.45		940417	1	7271.00	872.59
	940053	2	8113.00	1048.81		930300	3	6956.00	872.17
	890620	6	6833.17	1047.90		870519	2	5710.50	871.97
	930582	2	7589.00	1047.26		940036	1	7415.00	870.49
	920674	3	7022.00	1027.19		940669	1	6720.00	853.71
	840124	3	5970.67	1024.15		930736	2	7578.00	849.77
	920820	3	7359.67	1021.23		920618	3	6825.67	848.25
	940116	2	7382.50	1015.81		930239	2	7604.50	846.70
	900611	3	7044.00	1014.40		920346	3	7061.00	846.65
	910844	2	7244.00	1013.52		930695	2	7207.00	842.29
	890054	6	6405.33	1009.54		890618	2	6246.00	837.65
	940622	1	8392.00	1007.59		870903	7	6284.57	833.60
	920443	3	6839.33	1004.63		930514	2	7235.00	833.50
	890737	5	6611.80	1004.46		910760	3	6979.00	832.87
	890702	2	6304.00	1003.04		920392	3	6738.00	832.80
	900859	4	6875.75	1000.44		940800	1	7454.00	831.63
	940376	1	7470.00	989.71		890466	6	6205.67	831.49
	910643	4	7242.75	985.72		940090	1	8315.00	831.32
	940077	2	7276.50	964.02		830374	2	5843.00	830.87
	920399	4	6894.75	963.30		880359	3	5708.00	830.86
50	890772	5	6803.80	959.36	100	900134	4	6407.25	830.81

EK-4. (Devam)

101	910246	4	6512.50	827.95	151	910017	4	6731.50	719.50
	880570	4	6452.50	827.19		940049	2	7237.50	719.44
	930881	2	7132.50	823.37		940281	1	7477.00	719.36
	930762	2	6631.50	815.84		870810	6	6159.17	718.46
	890689	3	6351.00	811.38		940143	2	6667.00	718.06
	930713	1	8040.00	811.35		2657	0	0.00	717.70
	940060	2	7936.00	810.85		930827	2	6736.50	713.88
	840687	3	5592.00	809.57		920458	3	6619.67	713.32
	890788	6	6658.00	808.51		830403	1	5935.00	710.52
	940341	2	6870.00	807.90		890921	2	5779.50	707.87
	940667	1	7056.00	807.68		840517	0	0.00	697.94
	930907	2	7313.50	805.94		850352	2	6104.50	697.80
	950192	1	7601.00	799.49		910755	1	5717.00	697.40
	940675	1	8317.00	798.40		910035	5	6720.00	696.48
	950195	1	7792.00	797.65		900893	2	5999.50	696.00
	900647	5	6304.40	795.62		930227	2	6601.50	694.53
	3331	0	0.00	795.59		900031	4	5934.75	692.91
	900701	1	6012.00	793.27		900206	6	6272.33	692.63
	940291	1	6165.00	790.63		920001	3	6771.00	689.12
	940708	1	7272.00	780.90		930606	2	6896.50	687.97
	930700	2	7435.00	778.15		890711	4	6525.25	687.54
	930723	2	7907.50	774.55		940746	1	6827.00	686.80
	930640	2	7148.00	772.64		940010	2	6603.50	686.57
	950007	1	7729.00	771.22		950105	1	8148.00	686.35
	910232	2	6747.00	771.06		930324	1	7996.00	685.72
	930735	2	7113.50	768.24		930681	2	7051.00	685.07
	920668	2	7291.50	766.30		860892	0	0.00	685.02
	900070	5	6272.00	764.85		940308	1	6835.00	684.87
	900900	4	6679.75	760.58		890819	6	6298.00	684.85
	2738	0	0.00	758.77		880814	4	5595.00	683.36
	940226	1	6265.00	758.14		910160	4	6545.25	682.69
	890892	2	5948.50	753.77		930083	2	6668.50	679.99
	2403	0	0.00	753.40		940071	1	6511.00	679.65
	900328	3	6135.67	750.47		940557	1	7122.00	673.40
	940517	1	6656.00	747.14		930530	2	7085.50	671.35
	930473	2	6826.00	746.54		940052	2	6312.50	669.37
	850404	0	0.00	743.28		940590	1	6376.00	665.32
	940578	1	6598.00	741.77		910077	4	6395.75	663.38
	850137	0	0.00	741.59		950241	1	7563.00	663.28
	910778	2	6633.00	738.89		900708	5	6433.20	662.88
	940320	1	5480.00	738.18		910765	4	6374.25	662.53
	900667	6	6411.83	734.47		910434	3	6406.67	660.92
	840589	0	0.00	729.60		726	0	0.00	660.32
	870008	0	0.00	728.54		920755	3	6795.67	658.12
	930817	2	6928.00	726.79		880610	5	5695.80	654.05
	940500	1	7469.00	726.58		850214	0	0.00	650.41
	900015	1	6054.00	726.10		930785	2	6908.00	650.19
	930847	2	6843.00	725.10		930788	2	6386.00	643.01
	930620	2	7275.00	722.48		3232	0	0.00	642.98
150	930838	1	7060.00	719.87	200	940722	1	7253.00	642.74

EK-4. (Devam)

201	950062	1	6728.00	642.54	251	940715	1	6325.00	581.85
	880724	4	5675.00	638.99		910340	3	6367.00	579.07
	930608	2	7058.00	638.24		851093	0	0.00	578.83
	940204	2	6388.50	637.80		910482	2	6181.00	578.72
	940609	1	6712.00	637.73		920060	3	6613.33	576.75
	930839	2	6520.00	637.20		930903	1	7160.00	575.56
	830449	1	5778.00	636.55		880654	6	6016.67	570.87
	940638	1	6973.00	635.15		930585	1	6655.00	570.52
	910810	4	6549.00	635.06		940046	1	6745.00	570.44
	880701	7	6230.43	634.61		900096	1	5922.00	569.74
	910256	6	6358.83	633.64		940786	1	7920.00	569.60
	850537	1	5579.00	632.84		870762	6	5881.00	567.47
	890666	6	6317.50	629.35		940008	2	7102.00	567.34
	900535	3	5599.33	629.25		920565	3	6434.00	567.23
	900095	2	5598.50	628.56		890246	2	4860.00	567.14
	930659	2	6499.50	627.03		950156	1	6513.00	564.10
	841079	0	0.00	625.92		851129	0	0.00	563.70
	940463	1	6975.00	623.22		890898	1	6437.00	563.25
	900687	4	6302.50	620.91		900492	6	6136.00	562.54
	920711	2	6688.00	618.03		1731	0	0.00	561.13
	890752	6	6126.00	616.55		930904	1	7002.00	560.52
	890843	1	5224.00	614.87		930003	2	6473.50	557.05
	860339	4	5221.25	614.41		860806	0	0.00	557.03
	910638	3	6636.67	613.95		890828	2	6082.50	556.89
	900932	3	6115.67	613.76		920002	2	6250.50	556.84
	930811	2	7240.00	611.57		940319	2	6968.50	556.43
	920757	3	6779.33	610.34		840070	3	5438.33	554.78
	910697	4	6262.00	607.74		940664	1	6308.00	553.15
	890385	4	5760.00	604.82		3290	0	0.00	551.92
	940112	2	6672.50	604.39		910804	4	6730.50	550.72
	910789	4	6620.25	603.65		910301	0	0.00	549.37
	820303	1	5940.00	603.48		850864	0	0.00	548.04
	840567	2	5823.00	602.80		930548	2	6865.50	547.58
	2819	0	0.00	602.38		890456	4	5698.25	547.43
	880173	4	5094.50	601.82		890558	6	5798.67	546.68
	820279	0	0.00	601.64		830211	0	0.00	545.74
	950004	1	7313.00	600.53		850824	0	0.00	544.58
	870440	6	5610.50	600.21		930055	3	6437.00	543.78
	940498	1	7815.00	599.60		930002	3	6525.67	543.07
	900555	0	0.00	598.85		900912	4	6280.50	543.02
	920707	3	6623.33	595.65		930338	3	6784.67	541.94
	890958	1	5850.00	594.74		920061	1	6193.00	541.63
	860794	2	5999.50	594.24		920611	3	6357.67	539.15
	920818	2	6505.50	591.85		3144	0	0.00	538.70
	910003	2	6146.00	591.24		950239	1	6478.00	537.30
	850031	1	4522.00	588.69		910359	4	6588.00	537.13
	930232	3	6776.67	587.80		851035	0	0.00	536.72
	920662	2	7216.50	582.76		890409	0	0.00	536.37
	940105	2	6948.50	582.13		900782	4	6074.75	536.28
250	930574	2	6808.00	582.13	300	890236	5	5812.20	535.22

EK-4. (Devam)

301	910664	4	6620.75	534.44	351	910706	4	6303.00	483.38
	930821	2	6667.50	534.21		900811	3	5996.00	483.28
	920548	3	6507.33	528.64		870214	0	0.00	482.68
	880655	8	5831.13	527.73		840079	0	0.00	481.90
	890814	3	5849.67	525.51		890955	1	5562.00	480.41
	1667	0	0.00	524.79		940072	1	7490.00	479.21
	930004	3	6809.00	521.85		900263	1	4979.00	478.52
	940172	2	6494.00	521.23		910570	4	6451.25	478.04
	910386	1	6522.00	519.88		910725	4	5905.75	476.92
	820179	0	0.00	517.70		940616	1	6855.00	476.45
	930891	2	6938.00	516.87		860087	3	5084.33	475.72
	890713	1	5740.00	516.78		920014	4	6228.00	474.21
	890837	1	5426.00	516.41		930327	3	6317.00	474.12
	910172	3	6061.67	515.61		940311	2	6350.00	472.95
	890262	2	5881.50	514.84		1843	0	0.00	472.65
	820493	0	0.00	513.67		920731	3	6576.00	471.79
	890141	2	4784.50	512.71		920087	4	6577.75	471.51
	940303	1	7470.00	512.27		930831	2	7276.00	470.48
	870410	7	5922.71	512.09		910761	4	6591.00	467.30
	930063	3	6534.33	511.65		850072	1	5152.00	463.50
	940597	1	6977.00	509.98		940309	2	6798.00	462.79
	850206	0	0.00	509.34		2072	0	0.00	462.57
	2597	0	0.00	508.69		930250	3	6774.00	459.98
	940702	1	6734.00	508.57		820162	1	5890.00	458.56
	830094	1	5578.00	503.78		850941	0	0.00	458.09
	940650	1	6833.00	501.93		940422	1	6135.00	457.32
	900719	6	6080.83	501.29		983	0	0.00	455.68
	940307	1	7000.00	501.13		890688	0	0.00	455.06
	890248	2	4993.50	500.67		940639	1	7007.00	455.03
	930493	1	7044.00	499.86		930181	3	6416.00	454.75
	2697	0	0.00	499.52		930287	2	6836.50	452.43
	840026	1	5315.00	498.82		861221	0	0.00	451.69
	930278	2	6220.00	498.17		830083	0	0.00	451.41
	920800	1	6265.00	497.78		820395	0	0.00	450.67
	900644	4	5774.00	496.09		900872	1	4892.00	450.64
	900873	6	6307.67	495.66		900661	6	6037.33	450.03
	900107	1	5286.00	495.13		900700	1	4865.00	449.65
	930080	2	6926.50	494.34		900136	1	5191.00	449.65
	930214	2	6629.50	491.78		860779	0	0.00	449.45
	850565	0	0.00	490.10		910117	4	6236.00	449.14
	820293	4	5537.00	490.05		940163	1	5263.00	448.35
	910145	5	6476.60	489.80		890144	6	5675.67	446.64
	920815	2	6627.50	489.76		890683	3	5415.00	446.53
	940193	1	5971.00	489.69		930332	2	6369.00	446.07
	870090	1	5157.00	489.68		920016	4	6725.00	445.21
	930329	2	6155.50	487.56		820494	0	0.00	443.79
	830354	1	5527.00	487.01		920567	3	6529.67	443.11
	890330	4	5374.25	486.29		910417	2	6032.00	442.51
	830204	1	5829.00	483.90		880070	3	5016.67	442.33
350	850850	1	5204.00	483.50	400	930598	2	6373.00	441.99

EK-4. (Devam)

401	890827	1	5137.00	440.74	451	920782	3	6409.00	411.95
	1493	0	0.00	438.00		870933	8	5979.50	411.20
	930592	2	6427.50	437.98		850665	1	5958.00	411.00
	890563	2	5382.50	437.97		890280	6	5803.83	410.90
	910325	4	6026.75	437.97		830131	0	0.00	410.53
	940770	1	6663.00	437.69		860084	3	4806.67	410.12
	920537	0	0.00	437.00		910288	5	6412.20	406.87
	940413	1	7314.00	436.58		890329	1	5130.00	406.81
	890480	1	5756.00	436.46		900516	4	5636.25	405.98
	890502	2	5280.00	436.27		920627	3	6129.00	405.19
	890668	6	5830.67	436.10		930914	1	6325.00	402.35
	3037	0	0.00	435.97		910012	5	6014.20	401.84
	851151	0	0.00	435.93		2401	0	0.00	400.05
	930750	2	6915.00	435.39		850524	0	0.00	397.96
	930671	2	6227.00	434.56		8114	0	0.00	397.82
	940224	1	6069.00	434.55		940721	1	6447.00	396.64
	910484	1	5805.00	434.35		940024	2	6688.50	396.64
	870868	4	5438.25	434.16		783	0	0.00	396.53
	940225	2	6435.00	433.29		851045	0	0.00	395.52
	930409	2	6343.50	433.05		940747	1	7058.00	394.82
	930562	1	6830.00	432.32		2428	0	0.00	394.72
	880846	1	5698.00	432.24		870982	5	5550.60	394.15
	870715	0	0.00	431.65		1952	0	0.00	394.06
	880024	4	5249.00	431.39		9368	0	0.00	393.75
	2912	0	0.00	431.28		910131	4	5854.00	393.63
	890645	2	4917.00	430.90		910719	4	6134.25	392.58
	870509	1	5170.00	430.78		890297	2	5335.00	392.48
	890771	2	6028.50	430.64		900079	1	5120.00	392.32
	840976	3	5674.00	429.78		860431	4	5499.75	392.18
	930850	2	6562.50	428.75		840451	1	5086.00	388.96
	950099	1	7265.00	427.34		930346	2	5946.00	388.39
	890437	2	4868.00	427.29		890047	4	5185.50	386.57
	940231	2	6236.00	426.99		930026	3	6628.67	386.23
	930148	2	5609.50	426.90		910071	5	6357.40	385.11
	850204	0	0.00	425.44		840362	0	0.00	384.96
	910185	1	5670.00	425.21		861279	0	0.00	384.02
	840013	0	0.00	425.20		910345	4	6277.50	383.23
	890860	2	5678.50	424.55		900053	5	5770.40	383.17
	890146	0	0.00	424.36		830251	2	4994.00	382.81
	840272	0	0.00	423.42		950075	1	7020.00	381.56
	920660	0	0.00	421.74		940635	1	7011.00	381.29
	870955	2	5621.50	420.45		840838	0	0.00	380.62
	940035	2	6604.00	419.48		890112	5	5562.00	380.36
	830469	1	5650.00	418.11		910128	1	5637.00	380.31
	890012	3	5287.67	416.22		940247	1	5975.00	378.23
	840573	0	0.00	413.34		880158	2	4681.00	377.76
	950103	1	7504.00	413.27		890567	4	5307.50	376.84
	860919	1	5078.00	412.89		940688	1	7078.00	376.70
	900149	2	5554.50	412.52		930094	3	6404.00	375.64
450	900130	3	5117.33	412.39	500	5821	0	0.00	374.49

EK-4. (Devam)

501	2445	0	0.00	373.72	551	920398	3	5784.67	345.61
	920410	3	6206.67	373.39		820141	2	5615.50	345.44
	920600	2	6419.50	372.34		900030	4	5940.75	345.44
	940749	1	6930.00	371.94		890570	4	5527.75	344.70
	1826	0	0.00	371.71		2781	0	0.00	344.61
	930342	2	6093.50	371.48		910808	2	6331.50	343.03
	870754	3	5510.00	366.47		830465	1	4951.00	340.94
	950039	1	6404.00	365.27		930889	2	5961.00	340.13
	930265	3	5998.33	365.24		900251	5	5673.40	339.46
	880142	0	0.00	364.41		950040	1	6694.00	339.39
	910677	4	6262.25	364.39		940123	2	6717.50	339.36
	940306	1	6482.00	363.80		910819	1	4159.00	337.40
	940592	1	6305.00	363.11		930727	2	6483.50	337.30
	820419	3	5239.67	361.59		940586	1	5738.00	337.29
	860017	3	5081.00	361.32		920678	2	6165.00	336.72
	820252	0	0.00	360.47		830056	2	5015.50	336.65
	920479	1	4868.00	360.34		930082	3	6312.33	336.43
	930617	2	6182.50	359.09		1055	0	0.00	335.60
	910627	5	6425.40	358.35		890935	2	5166.00	333.69
	910598	4	5988.25	358.09		890671	6	6021.17	333.37
	890242	6	5552.67	358.06		850568	5	5135.00	332.86
	371	0	0.00	357.53		840458	0	0.00	332.50
	860097	0	0.00	356.77		840243	4	5099.00	332.46
	920007	1	5600.00	356.68		910764	1	5168.00	331.29
	900784	5	6499.00	355.83		930710	2	6089.00	331.27
	870290	3	5323.33	355.76		900856	5	5769.60	331.26
	930699	2	6667.50	355.45		900114	2	4907.00	329.88
	880851	0	0.00	355.34		830077	3	4924.00	329.43
	850673	3	5433.33	354.29		830333	0	0.00	327.87
	860708	0	0.00	354.07		900883	5	5732.80	327.24
	820118	1	4842.00	353.71		940337	1	5976.00	326.62
	940433	1	6727.00	353.63		830064	0	0.00	326.45
	860643	3	4943.67	352.49		840835	0	0.00	326.34
	880521	4	5206.25	352.37		880652	4	4932.50	325.71
	950022	1	6910.00	352.03		750111	0	0.00	325.23
	900262	0	0.00	351.85		830241	2	4965.00	324.39
	870262	3	5151.67	350.90		850048	0	0.00	324.07
	920096	0	0.00	350.54		880777	7	5728.00	323.91
	900018	3	5556.00	350.31		940045	2	6672.50	323.40
	3169	0	0.00	349.86		940388	1	5553.00	323.06
	2291	0	0.00	349.51		890468	4	5708.00	322.88
	870910	6	5621.33	348.61		915	0	0.00	322.61
	830213	0	0.00	347.31		920066	2	6538.00	322.31
	910516	2	5542.00	347.27		930226	2	6518.00	322.26
	940155	2	6363.50	347.09		890230	4	5413.50	322.17
	850328	4	5225.25	346.85		900476	5	5824.40	321.90
	830400	0	0.00	346.75		861231	0	0.00	321.34
	910518	1	5265.00	345.90		940257	1	5808.00	321.08
	900221	5	5704.00	345.88		890721	3	5571.33	320.85
550	890008	3	5224.67	345.71	600	830126	0	0.00	319.92

EK-4. (Devam)

601	940577	1	6305.00	319.42	651	930033	3	6537.33	290.64
	890532	2	4560.50	318.50		900198	1	4861.00	289.47
	940741	1	6493.00	318.19		840135	0	0.00	289.35
	840113	0	0.00	318.11		880307	0	0.00	288.28
	950143	1	7125.00	317.95		890103	6	5447.83	288.22
	850428	0	0.00	317.56		920521	2	6069.50	287.66
	910793	2	6185.50	316.60		1941	0	0.00	287.39
	930377	3	6430.67	315.55		910269	3	6033.67	286.99
	930340	2	6307.00	315.37		850169	0	0.00	285.64
	930683	2	5924.00	315.35		910847	4	5822.50	285.43
	910332	1	5265.00	313.54		900179	2	5267.00	285.14
	930192	3	6040.33	310.33		890944	4	5621.50	284.00
	900855	2	6045.00	309.92		880844	2	4857.00	283.91
	880007	7	5498.43	309.77		940133	1	5675.00	283.77
	890849	1	5106.00	309.65		1574	0	0.00	283.27
	910014	2	5829.50	309.30		940526	1	6359.00	282.38
	841045	0	0.00	308.14		850808	6	5461.00	282.11
	850707	1	4347.00	308.13		2777	0	0.00	281.98
	900750	2	5142.00	308.10		830276	0	0.00	281.45
	850145	3	4530.33	307.88		870274	8	5465.25	281.16
	950138	1	7329.00	306.34		861291	0	0.00	280.66
	880485	6	5512.50	305.91		900545	1	5286.00	276.80
	870522	4	5031.75	304.49		840217	0	0.00	275.64
	860955	3	5043.67	303.78		860314	0	0.00	275.63
	940073	1	5342.00	303.29		840982	0	0.00	275.16
	920577	3	5909.00	301.94		850790	0	0.00	273.60
	910044	4	6157.75	301.88		830418	1	5480.00	272.22
	930295	2	6446.50	301.12		900689	5	5599.60	272.12
	940299	1	6263.00	300.51		910308	3	5692.67	271.22
	890089	7	5687.14	299.52		930676	1	6150.00	268.78
	820328	3	4836.67	299.49		850861	5	5457.80	268.37
	8396	0	0.00	299.37		910294	2	5772.00	265.51
	900817	3	5290.33	299.05		2754	0	0.00	264.48
	850834	0	0.00	298.48		2978	0	0.00	263.56
	750325	0	0.00	298.46		910608	1	5953.00	263.50
	890160	0	0.00	298.32		830268	1	5650.00	263.17
	870399	0	0.00	296.76		940325	1	6425.00	262.98
	940617	1	6038.00	295.66		910021	1	6056.00	262.91
	930730	1	6272.00	295.63		930801	2	5539.00	261.87
	940536	1	5733.00	295.51		900084	1	5029.00	260.97
	830010	0	0.00	295.08		731	0	0.00	260.53
	930121	3	6501.67	295.07		830454	0	0.00	259.95
	760123	0	0.00	295.04		860244	1	4858.00	259.63
	940153	2	5965.00	294.71		820481	0	0.00	259.36
	890875	2	4798.50	294.42		930438	2	5852.50	259.07
	840570	3	5095.00	293.33		920845	3	6583.00	258.92
	910266	5	6123.20	293.19		900073	1	5566.00	258.52
	940234	1	5519.00	292.27		910803	4	6207.75	258.33
	900844	5	5916.00	290.87		940661	1	6423.00	258.17
650	930886	2	6862.50	290.77	700	900028	5	5488.00	255.73

EK-4. (Devam)

701	920022	3	6215.67	254.95	751	880251	0	0.00	228.81
	920532	4	6069.00	254.60		2519	0	0.00	228.65
	880818	5	5321.40	254.43		820037	0	0.00	228.55
	910006	1	5719.00	253.66		920145	3	5957.67	228.26
	830318	1	6201.00	252.74		880308	5	5069.60	228.12
	900917	1	5586.00	251.50		890783	3	5524.33	226.02
	930349	3	6260.33	251.46		890313	0	0.00	225.15
	890564	2	4748.00	251.37		910010	1	5840.00	225.10
	850077	0	0.00	251.35		870419	3	4804.67	224.41
	860012	4	5150.75	250.89		930815	2	6933.00	224.29
	890391	1	5645.00	250.62		920009	2	5595.00	223.83
	900338	5	5583.80	250.23		880653	7	5310.14	223.59
	890256	1	4832.00	249.75		940769	1	6575.00	222.79
	851032	0	0.00	248.70		910585	4	5855.25	222.76
	900529	3	5373.00	247.91		870711	7	5644.71	222.49
	900446	1	4687.00	247.86		900795	4	5647.00	220.58
	920502	1	4911.00	247.72		840558	3	4812.00	220.52
	3298	0	0.00	247.71		890284	4	5081.75	219.37
	930386	1	6805.00	247.64		950025	1	6055.00	218.02
	5981	0	0.00	247.60		930270	2	6355.50	218.02
	920806	3	6504.00	246.84		930823	2	5975.00	217.88
	940697	1	7589.00	246.67		1508	0	0.00	217.85
	4000	0	0.00	246.47		840654	3	4694.33	217.71
	900799	1	5235.00	246.06		840140	0	0.00	217.21
	940796	1	7435.00	246.01		930596	2	6236.00	216.32
	900561	4	5551.50	245.06		840164	0	0.00	215.57
	890551	2	4863.00	244.10		910595	4	5985.25	215.51
	930742	1	6877.00	242.03		890740	2	5055.00	215.48
	900047	6	5691.50	240.28		830014	0	0.00	215.47
	920694	3	5971.33	239.64		890886	6	5782.67	215.43
	860523	0	0.00	238.21		880558	7	5430.57	215.15
	880858	1	5343.00	238.02		890489	1	4339.00	214.21
	930648	2	6248.50	237.86		930680	2	6041.00	214.05
	840104	0	0.00	237.77		860130	1	5054.00	212.77
	850863	0	0.00	237.57		851107	0	0.00	212.77
	890675	6	5824.00	237.40		840211	1	4413.00	212.15
	2885	0	0.00	237.18		940339	1	6131.00	210.49
	820373	0	0.00	237.07		2131	0	0.00	210.12
	850192	0	0.00	235.95		840617	0	0.00	209.81
	750333	0	0.00	235.60		860780	0	0.00	209.74
	950152	1	6567.00	235.47		880836	1	4894.00	209.72
	890596	2	4890.50	234.72		940330	2	6285.00	209.37
	78	0	0.00	233.27		920515	3	5788.00	208.04
	2039	0	0.00	232.76		860746	4	5089.25	207.84
	820192	2	4802.50	232.21		900326	1	4558.00	207.58
	1548	0	0.00	231.16		870702	1	5048.00	207.07
	2125	0	0.00	230.88		870277	0	0.00	206.58
	860224	2	5045.50	230.26		900288	1	4700.00	206.35
	950159	1	6170.00	229.69		940025	2	6186.00	206.15
750	900723	5	5435.80	229.00	800	841066	0	0.00	205.64

EK-4. (Devam)

801	920030	4	6065.50	205.56	851	890909	2	4949.00	181.90
	920318	4	5906.75	205.34		3282	0	0.00	181.55
	2762	0	0.00	205.30		950091	1	6426.00	181.44
	920266	0	0.00	203.91		870444	2	4830.50	180.35
	1657	0	0.00	203.40		890547	2	4417.00	180.30
	930447	2	6261.50	203.05		861141	0	0.00	179.65
	890080	2	4773.00	202.63		860143	1	4103.00	179.09
	900105	2	4913.50	202.44		920108	3	5511.67	178.88
	880722	7	5740.57	202.43		900815	4	6141.00	178.80
	950021	1	6981.00	202.19		910832	4	6303.75	178.80
	840928	2	5058.50	201.86		820172	1	4777.00	178.06
	870153	1	5053.00	201.62		910445	0	0.00	176.76
	930832	2	6610.00	201.31		2820	0	0.00	176.67
	851025	0	0.00	200.64		830086	0	0.00	176.15
	2522	0	0.00	199.97		940690	1	5996.00	175.68
	830310	1	4238.00	199.54		920730	3	5830.67	174.44
	940613	1	5879.00	199.48		830339	0	0.00	174.34
	931	0	0.00	199.19		870965	6	5040.17	173.47
	285	0	0.00	198.54		1729	0	0.00	173.24
	880094	2	5071.50	198.41		900415	1	4541.00	173.18
	940129	2	6141.00	197.94		850157	0	0.00	171.93
	910388	1	4863.00	196.77		830055	1	5336.00	171.65
	1138	0	0.00	196.60		870227	0	0.00	171.51
	870077	4	4988.75	196.50		830471	0	0.00	171.07
	870570	2	4442.00	195.81		910751	1	4719.00	170.92
	860015	0	0.00	195.00		820457	0	0.00	170.66
	940043	1	5780.00	194.18		870899	5	5108.20	169.79
	930078	1	5816.00	193.76		920274	3	5884.67	169.50
	880826	3	5102.33	193.75		930621	1	5610.00	169.28
	860701	0	0.00	193.47		820338	3	4638.33	168.48
	890060	2	5511.00	192.57		870658	0	0.00	168.04
	851131	0	0.00	191.92		841124	0	0.00	166.12
	880939	0	0.00	190.63		870830	7	5231.57	165.97
	851042	0	0.00	190.09		1522	0	0.00	165.83
	930398	2	6157.00	189.77		890698	2	4807.50	165.45
	920475	1	5062.00	188.50		830167	0	0.00	165.41
	1822	0	0.00	187.49		860067	6	5380.33	163.75
	900848	1	4539.00	186.99		870468	4	4892.75	163.26
	930724	2	5928.00	186.92		940160	1	5618.00	162.58
	820414	0	0.00	186.32		840895	0	0.00	162.18
	910022	1	5722.00	186.18		880876	2	5058.00	162.17
	1846	0	0.00	185.84		900928	4	5539.50	160.82
	880686	7	5647.86	185.11		890631	0	0.00	160.65
	830407	0	0.00	185.09		830401	0	0.00	160.55
	910672	3	6223.00	183.71		850090	3	4632.33	160.04
	837	0	0.00	183.34		940666	1	5569.00	159.73
	830390	1	4852.00	183.28		900801	5	6009.00	159.48
	910284	2	5669.50	183.18		890938	1	4690.00	159.14
	920587	3	5936.00	182.84		820312	0	0.00	159.14
850	940654	1	6008.00	182.30	900	940626	1	6985.00	158.61

EK-4. (Devam)

901	880906	5	5132.40	158.42	951	930869	2	6477.50	134.86
	861061	0	0.00	157.94		920021	4	5894.00	134.80
	920287	0	0.00	157.91		571	0	0.00	133.50
	890078	4	5069.25	156.23		870249	4	4783.50	133.13
	920654	2	5672.50	156.05		950210	1	6117.00	133.02
	850768	0	0.00	156.04		840270	0	0.00	132.50
	830039	2	4697.50	155.84		930814	2	6172.50	132.48
	820214	0	0.00	155.47		850363	0	0.00	132.42
	353	0	0.00	155.17		861272	0	0.00	131.96
	3357	0	0.00	154.77		910191	2	5225.00	131.82
	930888	2	6310.50	153.51		850907	0	0.00	131.06
	940029	2	6460.00	153.39		940055	2	6285.50	130.79
	900511	4	5447.25	153.12		840538	1	4831.00	130.69
	910568	2	5351.50	152.89		830038	0	0.00	130.46
	910168	5	6038.60	152.55		143	0	0.00	130.23
	940028	2	6713.00	152.48		840920	0	0.00	129.70
	870926	8	5495.50	152.34		830360	0	0.00	129.59
	900265	2	5159.00	152.26		760184	0	0.00	128.98
	940014	2	6354.00	152.06		850862	2	4318.50	128.82
	910122	3	5299.67	151.92		880794	7	5664.14	127.58
	900023	1	5130.00	151.77		880036	2	5135.00	127.14
	900530	1	4265.00	150.25		850701	1	4290.00	127.14
	920405	2	5854.50	150.19		851177	0	0.00	126.81
	950059	1	6363.00	149.11		920170	4	6187.75	126.79
	910215	3	5346.33	148.14		930098	3	6000.00	126.59
	830166	0	0.00	147.19		2402	0	0.00	126.48
	860088	1	4350.00	146.97		2570	0	0.00	126.48
	840460	0	0.00	146.80		840631	0	0.00	125.88
	730130	0	0.00	146.42		614	0	0.00	125.80
	870784	4	4919.25	146.23		5721	0	0.00	124.86
	820439	0	0.00	145.26		930425	3	5976.00	124.71
	870065	3	4716.00	144.11		850238	4	4645.50	124.71
	940801	1	6598.00	143.76		930712	2	5884.50	123.80
	860260	0	0.00	143.67		890580	4	4821.75	122.53
	900227	1	4228.00	143.48		2174	0	0.00	122.28
	1772	0	0.00	143.33		860544	2	5074.00	121.67
	4754	0	0.00	143.29		890883	6	5675.67	121.38
	870857	0	0.00	143.16		850849	0	0.00	121.06
	890760	1	5566.00	142.99		890143	2	4688.50	121.02
	900403	5	5520.00	142.91		840748	0	0.00	120.83
	920620	3	5848.00	142.83		940693	1	6076.00	120.21
	940114	1	5349.00	142.46		930900	1	5939.00	120.11
	930114	3	6142.00	142.00		860250	0	0.00	119.57
	930862	1	6075.00	141.48		841162	0	0.00	119.31
	900319	1	4764.00	141.47		900100	6	5780.00	119.31
	890584	4	4999.75	141.28		850042	0	0.00	118.11
	2763	0	0.00	139.70		900798	2	5495.50	118.11
	890469	1	4191.00	138.31		880706	1	5136.00	117.82
	850774	1	5217.00	136.30		860614	0	0.00	117.59
950	900572	4	5633.50	134.99	1000	851179	0	0.00	117.19

EK-4. (Devam)

1001	851068	0	0.00	117.14	1051	870485	1	4427.00	94.00
	851113	0	0.00	116.99		890525	1	4218.00	93.88
	841077	0	0.00	116.63		910368	1	5542.00	93.68
	920039	3	6261.33	116.62		870930	5	5130.00	92.91
	900218	1	4743.00	115.54		880934	1	4609.00	92.16
	830072	0	0.00	115.23		940760	1	6699.00	91.89
	840530	3	4849.00	115.17		820246	0	0.00	91.83
	860220	1	5010.00	114.94		940064	2	5791.00	91.55
	890932	1	4419.00	114.92		870391	1	4107.00	90.90
	940212	1	5949.00	114.06		920520	2	5499.50	90.50
	850170	0	0.00	113.92		870877	3	4670.67	89.91
	890137	4	5297.75	113.51		940772	1	6846.00	89.06
	940797	1	6422.00	113.07		830023	0	0.00	88.91
	850434	0	0.00	113.03		890183	6	5487.50	88.50
	940274	2	5920.00	112.60		900051	1	4713.00	88.48
	890013	6	5505.67	111.96		870799	5	4819.60	88.12
	850283	0	0.00	111.87		750303	0	0.00	85.30
	870629	2	4703.00	111.81		861074	0	0.00	84.74
	830402	0	0.00	111.59		890336	0	0.00	84.43
	618	0	0.00	111.25		840046	0	0.00	84.33
	861174	0	0.00	110.83		870326	0	0.00	84.28
	910736	4	5928.50	110.76		830187	1	4744.00	84.16
	2979	0	0.00	110.24		940790	1	6205.00	83.74
	5742	0	0.00	109.96		900199	5	5342.00	83.70
	890793	3	4866.33	109.91		840879	1	4810.00	82.24
	686	0	0.00	109.32		930050	0	0.00	82.12
	830387	0	0.00	108.81		900628	5	5639.00	82.00
	910738	4	5589.25	108.44		910481	0	0.00	81.80
	839	0	0.00	108.23		850152	1	4052.00	81.19
	870034	0	0.00	107.92		820250	0	0.00	81.01
	910391	2	5276.00	106.87		920309	2	5922.50	80.77
	930687	2	6189.00	106.69		910565	1	5344.00	80.69
	2283	0	0.00	106.66		850367	1	4130.00	80.60
	3354	0	0.00	102.71		900780	5	5647.40	80.21
	930147	3	6296.67	102.17		870849	3	4452.33	78.94
	920614	1	4944.00	102.03		940765	1	6882.00	78.80
	900458	3	4824.67	101.92		870954	5	4957.00	78.43
	830139	0	0.00	101.58		910116	3	5595.67	78.27
	930870	2	5848.00	101.08		2866	0	0.00	78.05
	860822	0	0.00	101.02		5798	0	0.00	77.92
	830061	0	0.00	100.23		930573	2	5740.00	76.76
	940768	1	6530.00	100.18		850877	0	0.00	76.50
	3262	0	0.00	99.73		851036	0	0.00	75.70
	930538	2	5976.00	99.03		6381	0	0.00	75.39
	900286	2	4844.00	98.96		950086	1	6759.00	74.83
	820358	0	0.00	96.12		870161	3	4632.67	74.53
	890145	4	4961.25	96.09		840990	0	0.00	73.90
	900165	2	4971.50	95.95		940371	1	5272.00	73.42
	3264	0	0.00	95.17		1718	0	0.00	72.64
1050	820288	0	0.00	94.99	1100	870675	1	4286.00	72.54

EK-4. (Devam)

1101	840423	0	0.00	72.52	1151	2877	0	0.00	55.79
	900880	4	5603.75	72.22		880049	8	5436.50	55.66
	950048	1	6002.00	72.06		830272	0	0.00	55.63
	860358	0	0.00	71.50		5713	0	0.00	55.00
	880102	5	4679.40	70.93		920451	3	5961.00	54.50
	900585	5	5536.00	70.93		890655	6	5351.00	54.43
	851186	0	0.00	70.53		910127	5	5654.80	54.00
	840761	0	0.00	70.46		900477	1	4759.00	53.96
	900162	3	4644.00	70.13		880247	2	4949.50	53.45
	900264	2	4802.00	69.56		900214	6	5404.33	52.23
	880912	7	5365.43	69.33		870333	7	4921.00	52.23
	2865	0	0.00	68.56		2729	0	0.00	52.05
	890202	3	4746.33	68.48		940007	2	6027.50	51.30
	880830	3	4307.33	68.22		930765	2	5738.00	51.10
	950097	1	6557.00	67.50		830464	0	0.00	51.07
	930686	2	5714.00	67.40		860898	3	4867.00	50.92
	850982	0	0.00	67.27		930391	2	5780.00	50.86
	900525	1	4920.00	67.09		841062	0	0.00	50.68
	920071	3	5814.00	66.40		950005	1	6753.00	49.57
	910217	4	5475.75	66.31		830256	0	0.00	48.71
	940018	1	6491.00	65.77		940699	1	6373.00	47.97
	830040	0	0.00	65.36		830105	1	4962.00	47.93
	860962	0	0.00	65.28		870518	1	5098.00	47.35
	830351	0	0.00	65.04		841056	0	0.00	46.86
	830450	0	0.00	64.03		6882	0	0.00	46.72
	930911	2	5487.00	63.91		890914	5	5415.40	45.80
	930052	3	6031.00	63.36		820370	0	0.00	45.60
	940162	2	5749.50	63.15		830137	0	0.00	45.14
	930454	1	6200.00	62.85		880441	1	4390.00	44.40
	851173	0	0.00	62.09		870343	0	0.00	44.29
	890757	1	4858.00	61.58		860004	0	0.00	44.18
	900050	2	4954.50	61.30		870307	2	4718.50	44.15
	890682	3	4885.33	60.71		820123	1	4215.00	43.81
	900744	1	4427.00	60.01		870287	6	4837.33	43.49
	900065	5	5441.00	59.79		900312	2	5070.00	43.07
	900781	4	5631.75	59.43		750235	0	0.00	42.93
	910477	4	5722.25	59.35		860141	1	4158.00	42.71
	880679	2	4724.50	59.32		900534	1	4562.00	42.67
	900605	1	4478.00	59.25		850520	3	4537.33	42.43
	860874	0	0.00	58.87		830389	0	0.00	41.49
	900380	1	4530.00	58.83		860331	1	3825.00	41.48
	841089	0	0.00	58.53		1760	0	0.00	41.45
	900762	5	5664.80	58.14		830457	0	0.00	40.67
	930075	1	5678.00	57.55		900413	2	4979.50	40.37
	890676	2	4468.00	57.54		6521	0	0.00	39.28
	930898	2	6341.50	57.48		920539	1	4763.00	38.55
	880071	0	0.00	57.08		940110	2	6412.50	38.30
	920176	3	5411.67	56.39		890377	1	4381.00	38.15
	870442	1	4480.00	56.34		851085	0	0.00	37.98
1150	850779	0	0.00	55.91	1200	940778	1	6621.00	37.93

EK-4. (Devam)

1201	870335	0	0.00	37.19	1251	850405	1	5316.00	21.28
	890223	1	4470.00	37.04		930420	2	5701.50	21.22
	880104	3	5201.67	36.82		840681	0	0.00	20.68
	3129	0	0.00	36.70		880916	3	4997.33	19.91
	890758	6	5292.00	36.33		890174	6	5218.67	19.84
	5725	0	0.00	36.07		880016	4	4830.75	19.70
	920533	0	0.00	36.07		840815	0	0.00	18.85
	870635	2	4669.50	35.36		930367	1	5675.00	18.75
	870769	6	5115.17	35.14		900427	4	5315.75	18.27
	910271	4	5583.50	35.08		1877	0	0.00	17.30
	870792	4	5037.00	34.45		870566	8	5321.88	16.66
	851082	0	0.00	34.30		850641	1	5386.00	16.47
	920448	1	5234.00	33.85		920698	0	0.00	16.10
	850903	0	0.00	33.82		900925	5	5374.00	15.83
	900595	3	5082.33	33.12		940678	1	5930.00	15.68
	940111	2	6029.00	33.03		2618	0	0.00	15.50
	850608	0	0.00	32.92		940315	1	4891.00	14.87
	930662	1	6028.00	32.53		2627	0	0.00	13.94
	2173	0	0.00	32.52		880394	7	5171.14	12.92
	890425	4	4965.25	32.39		750164	0	0.00	12.76
	1403	0	0.00	32.11		910785	2	4989.50	12.66
	880115	2	4700.50	32.04		830051	0	0.00	11.41
	870396	7	5078.86	31.54		890879	1	4408.00	11.34
	890118	5	5524.40	30.95		840580	1	3690.00	11.20
	870268	0	0.00	30.60		860304	0	0.00	10.94
	870755	4	4611.75	30.18		840962	0	0.00	9.98
	870858	7	5108.14	30.03		900324	5	4880.00	9.94
	820436	1	4628.00	29.99		840606	0	0.00	9.65
	820009	0	0.00	29.29		820480	0	0.00	9.30
	2287	0	0.00	29.07		910375	1	5152.00	8.89
	890543	2	4319.50	28.62		850155	0	0.00	8.33
	2107	0	0.00	28.01		870828	1	4507.00	7.68
	1038	0	0.00	27.93		910241	2	4887.00	7.67
	860637	1	4310.00	27.81		850343	0	0.00	5.86
	840874	0	0.00	27.76		950133	1	6382.00	5.34
	890100	3	4659.00	27.29		900488	1	4182.00	4.24
	870199	1	3050.00	27.01		830157	0	0.00	3.60
	940706	1	5411.00	26.90		880857	1	4195.00	3.45
	830445	1	4161.00	26.85		870086	1	4415.00	3.33
	890261	4	4936.25	26.32		900450	1	4447.00	3.29
	950154	1	5720.00	26.24		861067	0	0.00	3.21
	940718	1	4979.00	25.60		880148	8	5141.63	2.74
	730129	0	0.00	24.78		890049	3	4609.67	2.67
	940168	2	5675.00	23.64		860103	0	0.00	2.39
	940464	2	5718.00	23.41		840833	0	0.00	2.31
	900621	5	5383.20	22.94		940069	1	5453.00	1.54
	820345	0	0.00	22.86		950010	1	6300.00	1.53
	2052	0	0.00	22.57		355	0	0.00	1.38
	860193	0	0.00	22.33		910198	3	5735.33	0.95
1250	870301	0	0.00	21.40	1300	930483	2	5994.00	0.80

EK-4. (Devam)

1301	900127	1	4015.00	0.61	1351	940313	2	6030.00	-18.01
	840251	0	0.00	-0.08		890833	3	4995.00	-18.47
	900559	2	4651.00	-0.40		860629	5	4669.20	-18.60
	820160	0	0.00	-0.83		900543	2	4686.50	-19.25
	870641	4	4612.00	-1.15		880040	1	4498.00	-19.54
	920077	2	5287.50	-1.81		850252	0	0.00	-20.59
	850845	0	0.00	-1.97		4901	0	0.00	-21.06
	851163	0	0.00	-2.15		870898	6	5195.83	-21.08
	880865	6	5400.83	-3.16		2036	0	0.00	-21.37
	851102	0	0.00	-3.23		900267	5	5240.20	-21.39
	861305	0	0.00	-3.26		840265	0	0.00	-21.72
	820068	0	0.00	-3.31		870946	1	4679.00	-22.12
	851070	0	0.00	-3.43		910671	3	5759.33	-22.61
	940645	1	6507.00	-3.62		880475	0	0.00	-22.89
	920086	0	0.00	-3.73		830069	0	0.00	-23.17
	820367	3	4641.67	-3.80		880096	1	4700.00	-24.03
	910236	5	5508.60	-4.67		830135	1	4601.00	-24.04
	850163	3	4786.00	-5.16		910306	2	5669.50	-24.10
	890816	4	4852.75	-5.33		830130	0	0.00	-24.55
	930586	2	5564.50	-5.60		880235	3	4475.33	-25.07
	850878	0	0.00	-6.19		900389	1	4033.00	-25.12
	3273	0	0.00	-6.60		890452	3	4691.67	-25.55
	861256	0	0.00	-6.93		920202	3	5690.67	-26.44
	820307	0	0.00	-8.44		910708	2	5053.50	-26.76
	910244	1	4864.00	-8.74		880716	3	4736.67	-27.20
	860559	1	4230.00	-9.10		860207	3	4525.67	-28.06
	890663	3	4817.33	-9.14		920015	4	5845.25	-28.67
	860033	1	4000.00	-9.14		630	0	0.00	-28.79
	940039	1	6326.00	-9.80		860398	0	0.00	-29.12
	880842	6	5384.83	-9.83		930065	3	5752.33	-29.57
	830452	2	4355.50	-10.20		2035	0	0.00	-29.59
	841028	0	0.00	-10.36		840634	0	0.00	-30.18
	850093	4	4993.75	-10.80		940782	1	6516.00	-30.40
	880676	3	4930.33	-11.14		920115	0	0.00	-30.49
	850853	0	0.00	-12.65		890648	3	4703.67	-30.50
	910187	1	5386.00	-12.65		880122	4	4559.75	-30.68
	851127	0	0.00	-13.51		900881	2	4916.50	-30.82
	940092	2	5619.00	-13.56		860916	0	0.00	-30.91
	2302	0	0.00	-13.66		920381	1	5030.00	-31.51
	950056	1	5926.00	-14.22		870934	2	4614.00	-31.71
	880472	0	0.00	-14.26		930110	3	5959.00	-31.93
	2205	0	0.00	-14.83		841181	0	0.00	-32.28
	880295	7	5009.86	-14.99		900296	2	4697.50	-33.38
	950088	1	6650.00	-15.00		870464	0	0.00	-33.48
	820428	0	0.00	-15.45		920494	1	4656.00	-33.53
	880602	2	4499.50	-16.68		870024	7	4973.57	-33.60
	1244	0	0.00	-16.80		1603	0	0.00	-33.82
	950106	1	6679.00	-17.20		890002	2	4314.50	-33.83
	820110	0	0.00	-17.75		840969	0	0.00	-33.84
1350	930036	3	5649.00	-17.97	1400	830184	0	0.00	-34.06

EK-4. (Devam)

1401	930697	1	4970.00	-34.46	1451	940774	1	6164.00	-48.10
	851018	0	0.00	-34.49		5723	0	0.00	-48.17
	900242	2	4725.50	-34.99		830240	0	0.00	-48.20
	870045	1	4332.00	-35.23		836	0	0.00	-48.21
	9430	0	0.00	-35.24		920323	1	5010.00	-48.52
	950200	1	6162.00	-36.13		2293	0	0.00	-49.66
	2752	0	0.00	-36.31		840717	0	0.00	-49.68
	840871	0	0.00	-36.60		840671	0	0.00	-49.77
	870221	0	0.00	-36.88		950107	1	5416.00	-50.68
	900510	1	4970.00	-36.92		930363	2	5538.50	-51.62
	841005	0	0.00	-37.13		900537	2	5077.00	-51.66
	900466	2	4969.00	-37.47		877	0	0.00	-52.38
	830267	3	4505.00	-37.79		750043	0	0.00	-52.43
	820310	1	4935.00	-38.04		750380	0	0.00	-52.74
	1149	0	0.00	-38.34		890748	2	4720.50	-52.88
	880910	2	4658.50	-38.43		880287	4	4661.00	-53.13
	2275	0	0.00	-38.76		820465	0	0.00	-53.14
	940776	1	5606.00	-38.86		841152	0	0.00	-53.48
	860700	3	4449.67	-38.98		840697	0	0.00	-53.52
	880384	1	3597.00	-39.18		735	0	0.00	-53.82
	940649	1	4618.00	-39.50		900297	5	5082.60	-54.54
	900636	1	4467.00	-40.19		850525	1	3108.00	-55.33
	920718	3	5531.67	-40.44		2199	0	0.00	-55.41
	5858	0	0.00	-41.13		910226	1	4842.00	-56.07
	950069	1	6095.00	-41.28		850503	0	0.00	-56.27
	890939	6	5421.00	-41.31		940238	1	5451.00	-56.56
	840009	1	4986.00	-41.47		870706	8	5033.88	-56.62
	850138	0	0.00	-41.50		900280	3	4628.33	-57.24
	890258	4	4840.75	-41.80		890583	4	4813.25	-58.07
	850633	3	4269.00	-42.43		861239	0	0.00	-58.61
	870120	1	3915.00	-43.38		940350	1	4731.00	-58.74
	850108	0	0.00	-43.69		910472	0	0.00	-59.15
	930705	2	5717.50	-43.70		820226	0	0.00	-59.20
	850158	1	3561.00	-43.88		910119	1	4728.00	-59.65
	890032	2	4524.00	-44.22		900405	1	3886.00	-61.72
	900704	3	5266.67	-44.45		870880	4	4780.25	-61.85
	910504	1	5693.00	-44.98		850947	2	4831.50	-62.11
	820351	0	0.00	-45.18		870750	3	4733.33	-62.15
	940102	2	5809.00	-45.25		840657	0	0.00	-62.99
	910513	2	4929.00	-45.67		900528	3	4906.67	-63.26
	830385	0	0.00	-45.74		870603	7	5279.00	-63.47
	2055	0	0.00	-45.93		880498	3	4357.00	-63.60
	2857	0	0.00	-46.36		840797	0	0.00	-64.21
	900461	1	4468.00	-46.37		820435	0	0.00	-64.78
	950150	1	6082.00	-46.45		900304	2	4485.50	-65.33
	940201	1	5236.00	-46.77		880850	1	4847.00	-65.83
	900189	2	4728.50	-47.50		880157	0	0.00	-66.07
	910135	3	5249.00	-47.52		950178	1	5540.00	-66.19
	830341	1	3915.00	-47.62		910483	4	5670.25	-66.36
1450	900038	1	5112.00	-47.96	1500	900722	2	4215.00	-66.44

EK-4. (Devam)

1501	910494	2	5047.00	-66.53	1551	890594	2	4561.00	-86.39
	2390	0	0.00	-66.76		930418	1	5617.00	-86.42
	870087	5	4753.60	-66.84		850282	0	0.00	-86.73
	900089	1	4282.00	-67.01		870264	0	0.00	-86.86
	830059	0	0.00	-68.10		850689	2	4362.00	-87.00
	900752	5	5224.00	-68.17		820388	0	0.00	-87.13
	930639	2	5378.50	-68.28		2438	0	0.00	-87.25
	920488	0	0.00	-68.29		880825	3	4727.67	-87.88
	940317	2	5801.50	-68.61		930663	2	5382.50	-88.22
	930797	2	5947.00	-68.63		900056	3	4977.67	-88.26
	870637	6	4791.17	-68.73		930791	2	5617.00	-88.66
	920629	1	5030.00	-69.19		940210	1	4495.00	-88.74
	2269	0	0.00	-69.46		940085	2	5587.00	-89.85
	830223	0	0.00	-69.47		880856	1	4371.00	-90.69
	850735	0	0.00	-70.39		900702	4	4878.00	-90.71
	890235	6	4993.67	-70.60		880395	0	0.00	-91.66
	1971	0	0.00	-70.81		830140	0	0.00	-91.70
	900833	1	5235.00	-71.27		890857	2	4740.00	-92.29
	2808	0	0.00	-71.38		2579	0	0.00	-92.51
	880246	1	2962.00	-71.99		890038	7	5320.29	-92.81
	940634	1	5838.00	-72.39		880075	1	4180.00	-93.22
	880779	7	5298.43	-72.87		910830	1	4515.00	-93.97
	820243	0	0.00	-73.23		830496	0	0.00	-94.17
	2356	0	0.00	-73.26		870216	3	4281.00	-94.84
	750122	0	0.00	-73.58		870800	1	4967.00	-96.51
	890785	1	4748.00	-73.70		900043	3	4715.33	-96.59
	860335	2	4344.00	-74.07		3182	0	0.00	-96.81
	851029	0	0.00	-74.25		3070	0	0.00	-97.40
	870354	2	4385.00	-75.14		900566	1	4193.00	-98.31
	880014	0	0.00	-75.32		820278	0	0.00	-98.84
	850686	0	0.00	-75.35		851083	0	0.00	-99.20
	2965	0	0.00	-75.39		940744	1	6283.00	-99.46
	900302	1	4075.00	-75.91		830021	0	0.00	-99.73
	900155	2	4650.00	-76.14		840665	0	0.00	-100.24
	870515	1	4065.00	-76.19		870451	2	4011.00	-100.40
	850699	1	4202.00	-76.23		890523	1	4091.00	-100.41
	5217	0	0.00	-77.21		830215	0	0.00	-101.13
	3254	0	0.00	-78.32		930578	1	5850.00	-101.45
	830088	0	0.00	-79.64		930852	1	4574.00	-101.68
	850953	3	4351.00	-80.23		830476	0	0.00	-102.29
	860001	5	4565.60	-80.32		920085	4	5465.25	-102.49
	930384	3	5666.00	-81.02		2750	0	0.00	-102.70
	910037	3	5219.33	-81.96		900826	0	0.00	-102.73
	850713	0	0.00	-82.47		940066	2	5723.00	-102.88
	880737	4	4601.00	-83.12		900329	1	4070.00	-103.55
	851076	0	0.00	-83.34		940739	1	6355.00	-104.07
	840241	0	0.00	-84.52		850117	2	4093.50	-104.15
	910143	1	4829.00	-84.85		900081	2	4760.00	-104.83
	870113	1	4349.00	-85.23		860125	4	4977.00	-104.89
1550	870036	2	4062.50	-85.99	1600	820299	1	3022.00	-105.38

EK-4. (Devam)

1601	5122	0	0.00	-106.21	1651	890616	3	4704.00	-125.24
	830066	2	4368.50	-107.05		920501	2	5002.00	-125.31
	940481	1	4972.00	-107.11		2329	0	0.00	-125.62
	920513	2	6073.50	-107.20		850299	1	3936.00	-125.65
	840781	0	0.00	-107.49		820087	0	0.00	-126.11
	870105	1	3571.00	-109.25		900091	1	4435.00	-126.50
	940352	1	5310.00	-109.71		840985	0	0.00	-128.16
	910013	0	0.00	-110.58		841132	0	0.00	-129.68
	870487	3	4311.33	-110.65		850502	0	0.00	-129.93
	2774	0	0.00	-110.78		900071	1	4364.00	-130.72
	840780	0	0.00	-111.11		930916	1	5555.00	-130.91
	2793	0	0.00	-112.14		910339	5	5444.60	-131.08
	920476	3	5502.00	-112.15		950170	1	5662.00	-131.15
	850300	0	0.00	-113.72		940365	2	5710.50	-131.16
	900237	4	4849.50	-114.52		880262	1	3534.00	-132.36
	1726	0	0.00	-114.74		890431	4	4806.00	-132.86
	851110	0	0.00	-115.40		930826	1	4918.00	-133.08
	880195	0	0.00	-115.55		940277	2	5548.50	-133.50
	870204	4	4598.75	-116.12		850839	0	0.00	-133.59
	930675	1	4812.00	-116.19		2585	0	0.00	-134.11
	830133	0	0.00	-116.22		860781	3	4476.00	-134.54
	830012	0	0.00	-116.88		1788	0	0.00	-135.11
	900680	2	4854.50	-117.08		820306	0	0.00	-136.19
	880885	2	4395.00	-117.20		830348	2	4213.50	-136.51
	910839	1	4598.00	-117.41		850873	3	4532.33	-136.66
	920	0	0.00	-117.67		820073	0	0.00	-136.73
	820300	0	0.00	-118.13		910451	2	4933.50	-136.99
	53	0	0.00	-118.84		830229	2	4115.00	-139.05
	850813	0	0.00	-118.87		900771	4	4720.25	-140.51
	880020	0	0.00	-118.98		940633	1	5446.00	-140.62
	920715	2	5258.50	-119.08		880144	3	4323.00	-140.68
	910714	1	4982.00	-119.34		910272	5	5352.80	-140.81
	860249	0	0.00	-119.67		860196	1	4811.00	-141.35
	840083	0	0.00	-120.02		870768	3	3952.67	-141.38
	890182	2	4528.00	-120.22		860521	2	4969.00	-141.60
	900502	2	4790.50	-120.80		820152	3	4185.67	-141.83
	861105	0	0.00	-121.00		880385	3	4379.67	-142.30
	840846	0	0.00	-121.71		870647	4	4677.25	-142.66
	2048	0	0.00	-121.77		563	0	0.00	-142.89
	870721	2	4544.00	-122.54		850546	1	4050.00	-143.45
	940165	2	5624.00	-122.61		940026	2	5992.00	-143.53
	2616	0	0.00	-122.85		880603	1	4237.00	-143.60
	870265	4	4327.25	-123.67		840194	0	0.00	-143.88
	860464	2	3890.50	-123.69		361	0	0.00	-144.00
	890784	0	0.00	-123.79		860180	0	0.00	-144.08
	910641	4	5360.00	-123.80		910100	1	5284.00	-145.40
	890565	2	4258.00	-123.89		860142	2	3980.00	-145.68
	840707	0	0.00	-124.24		2810	0	0.00	-146.14
	940569	1	5418.00	-124.26		820188	0	0.00	-146.19
1650	840811	0	0.00	-124.57	1700	870200	3	4381.33	-146.64

EK-4. (Devam)

1701	880743	3	4370.67	-146.89	1751	890335	1	4447.00	-168.04
	860508	1	3787.00	-147.23		861180	0	0.00	-168.11
	850937	4	4430.25	-147.42		870495	1	3928.00	-168.19
	950089	1	5854.00	-147.72		940383	1	4956.00	-168.38
	850615	1	3903.00	-147.90		830283	0	0.00	-169.26
	940392	1	4278.00	-148.08		851007	0	0.00	-169.88
	880888	1	4227.00	-148.67		900433	1	3226.00	-169.91
	920064	4	5527.75	-148.75		840527	0	0.00	-170.06
	890736	0	0.00	-148.83		870612	1	4217.00	-171.47
	841059	0	0.00	-148.94		890149	6	5074.50	-171.94
	850030	0	0.00	-149.13		950134	1	5328.00	-172.01
	2335	0	0.00	-149.93		820382	1	3930.00	-172.26
	830176	0	0.00	-150.86		910665	2	4699.50	-172.51
	910600	2	4484.00	-151.10		900196	1	3870.00	-172.63
	930302	1	5447.00	-151.15		900166	2	4625.00	-173.14
	940354	1	5154.00	-152.69		851039	0	0.00	-173.45
	900350	5	5073.00	-153.11		851103	0	0.00	-173.49
	900112	1	4743.00	-153.82		1615	0	0.00	-173.52
	910826	4	5550.25	-154.31		930171	3	5372.33	-173.63
	840520	0	0.00	-154.44		851171	0	0.00	-174.06
	1934	0	0.00	-154.58		890362	3	4416.33	-174.49
	930254	3	5757.67	-154.73		2868	0	0.00	-174.50
	930518	2	5479.00	-155.68		870064	1	3603.00	-174.91
	930856	1	6245.00	-155.70		920831	2	5328.00	-174.95
	750286	0	0.00	-156.32		34	0	0.00	-175.05
	940780	1	5460.00	-156.95		890930	1	3906.00	-176.04
	1764	0	0.00	-156.97		900222	2	4676.00	-176.51
	910086	1	3840.00	-157.22		930746	1	5171.00	-177.11
	860783	2	4280.00	-157.37		9365	0	0.00	-177.14
	870863	4	4660.00	-158.05		900444	2	4574.00	-177.23
	920456	3	5178.33	-158.81		850540	1	4037.00	-177.46
	880330	3	4507.67	-159.23		880136	7	4935.86	-177.96
	3214	0	0.00	-160.34		2675	0	0.00	-178.77
	840325	0	0.00	-161.78		920585	1	4607.00	-179.07
	830363	0	0.00	-161.91		840474	0	0.00	-179.25
	880202	1	4118.00	-162.26		870181	1	2677.00	-179.80
	760031	0	0.00	-163.44		820153	1	4114.00	-180.27
	890099	2	3832.00	-163.80		890665	2	4215.50	-180.69
	850083	0	0.00	-163.98		850013	3	4119.67	-181.14
	840184	0	0.00	-164.57		930166	1	5085.00	-181.58
	900496	3	4804.67	-164.71		910805	3	5343.00	-182.02
	830259	0	0.00	-164.93		870584	2	4372.00	-182.14
	920518	0	0.00	-165.56		910120	5	5488.00	-182.53
	880607	3	4267.67	-166.31		900593	3	4732.33	-182.55
	1840	0	0.00	-166.36		820205	2	4368.50	-183.05
	940631	1	5355.00	-166.44		860058	2	4272.00	-183.29
	930107	3	5499.67	-166.67		920797	2	5099.50	-183.52
	870736	4	4477.75	-166.93		900623	6	5200.83	-183.71
	2708	0	0.00	-166.94		940038	2	5848.00	-184.79
1750	4668	0	0.00	-167.79	1800	860926	1	4021.00	-185.11

EK-4. (Devam)

1801	920420	0	0.00	-186.63	1851	890726	4	4901.25	-205.30
	2961	0	0.00	-186.93		894	0	0.00	-205.41
	890359	1	3738.00	-187.43		830220	0	0.00	-205.68
	870543	2	3754.00	-188.07		870663	1	4059.00	-205.81
	930073	1	4391.00	-188.40		890524	4	4754.25	-206.53
	880146	1	3941.00	-188.69		2451	0	0.00	-206.64
	900778	2	4399.50	-189.72		840120	0	0.00	-207.01
	870098	0	0.00	-190.30		239	0	0.00	-207.69
	2623	0	0.00	-190.76		940118	2	4942.00	-208.83
	910276	2	4485.00	-191.14		2795	0	0.00	-208.86
	900046	2	4669.50	-191.19		850945	1	4740.00	-209.44
	830011	2	5032.00	-191.34		900884	5	5595.00	-210.07
	910549	1	5022.00	-191.88		900503	2	4376.50	-210.49
	950141	1	5735.00	-191.92		920859	3	5771.33	-211.00
	920103	4	5726.75	-192.04		850280	3	4200.00	-212.05
	900878	1	5239.00	-193.02		890107	2	4225.50	-214.03
	900796	3	4584.67	-193.16		2811	0	0.00	-214.49
	870544	1	3769.00	-193.48		890486	3	4233.00	-214.58
	950130	1	6432.00	-193.94		890461	6	5076.17	-214.79
	5724	0	0.00	-194.22		841027	0	0.00	-214.94
	860762	2	4305.00	-195.27		840228	0	0.00	-215.67
	940219	1	5290.00	-195.27		910833	4	5606.00	-216.72
	870766	3	4328.00	-195.73		820434	0	0.00	-217.47
	870945	5	4907.00	-195.87		880713	3	4593.00	-217.79
	830366	0	0.00	-196.29		870298	2	3894.00	-218.23
	3137	0	0.00	-196.41		840713	0	0.00	-219.00
	840374	0	0.00	-197.02		851064	0	0.00	-219.11
	910817	1	5089.00	-197.07		850403	0	0.00	-219.28
	830436	2	3585.00	-197.11		850986	0	0.00	-219.40
	3355	0	0.00	-197.16		880792	1	4391.00	-219.70
	851071	0	0.00	-197.50		910378	3	4972.67	-219.79
	930761	2	5769.00	-198.06		841107	0	0.00	-220.06
	850926	1	3744.00	-198.54		4495	0	0.00	-220.10
	840624	0	0.00	-198.78		850236	0	0.00	-220.90
	841033	0	0.00	-199.59		930086	3	5273.00	-221.36
	3321	0	0.00	-199.77		930920	2	5687.00	-221.99
	930275	2	4709.50	-200.40		900806	1	4259.00	-222.30
	1780	0	0.00	-201.24		890069	1	4152.00	-223.08
	870106	2	4257.00	-201.37		890792	2	4065.00	-223.33
	870403	4	4149.50	-201.79		900499	2	4415.00	-223.33
	840236	0	0.00	-201.80		850346	0	0.00	-223.50
	900797	1	4080.00	-202.08		910107	1	4249.00	-223.98
	920173	2	5180.50	-202.18		920052	4	5142.00	-224.45
	910603	4	5066.75	-203.13		880118	1	3809.00	-224.46
	930866	2	5456.50	-203.18		3338	0	0.00	-224.88
	900062	3	4610.67	-203.56		910742	1	4191.00	-226.26
	870166	7	4868.86	-204.15		940301	2	6010.50	-226.51
	910084	1	3638.00	-204.29		830174	3	3995.00	-226.75
	870129	2	4015.00	-205.14		900773	2	3846.50	-227.26
1850	860266	0	0.00	-205.23	1900	880074	1	3840.00	-227.90

EK-4. (Devam)

1901	900186	1	2965.00	-228.30	1951	840940	0	0.00	-247.57
	890755	1	4207.00	-228.84		900916	5	5339.40	-248.68
	830057	2	3821.50	-228.91		851147	0	0.00	-249.80
	920286	2	5930.50	-228.98		870477	8	4845.38	-250.69
	880192	8	4915.75	-229.37		910444	1	4267.00	-251.04
	890352	0	0.00	-229.85		820349	1	4254.00	-251.68
	850688	4	4135.25	-230.04		860538	4	4547.50	-251.70
	900284	1	3407.00	-230.61		880820	3	4404.00	-251.86
	2899	0	0.00	-230.80		900257	2	4342.50	-252.61
	890789	4	5028.50	-231.79		840753	0	0.00	-252.73
	1644	0	0.00	-232.02		940217	2	5651.00	-252.95
	840547	2	4273.00	-232.04		860975	1	4157.00	-253.18
	890376	2	4328.00	-232.22		861128	0	0.00	-254.15
	870813	0	0.00	-232.79		890719	6	5133.33	-255.66
	870053	1	4580.00	-234.30		851044	0	0.00	-256.62
	870818	1	4179.00	-235.25		880373	0	0.00	-257.03
	950019	1	5258.00	-235.94		870393	1	3304.00	-257.66
	840489	0	0.00	-236.25		900377	1	3670.00	-258.71
	950068	1	4526.00	-236.42		860641	2	3887.50	-259.07
	851116	0	0.00	-236.67		900746	2	4265.00	-259.16
	840069	2	3680.50	-237.00		880309	8	4983.25	-259.25
	870774	4	4641.00	-237.82		890779	3	4430.33	-259.52
	880252	1	3904.00	-237.85		880835	7	5035.71	-260.42
	760186	0	0.00	-238.29		870598	2	4001.50	-260.65
	870722	1	3726.00	-239.21		880822	1	4372.00	-261.21
	870565	5	4498.20	-239.32		820051	0	0.00	-261.73
	860584	2	4218.00	-239.49		930272	3	5436.67	-261.78
	3299	0	0.00	-239.51		890006	1	4180.00	-261.93
	890263	2	4309.00	-239.54		861243	0	0.00	-262.70
	870712	2	4008.00	-239.78		890278	2	4177.00	-265.20
	910829	4	5661.00	-239.93		900602	4	4565.75	-265.22
	890884	6	5071.17	-240.20		930488	2	4704.50	-265.61
	940207	1	4473.00	-240.50		910456	4	5149.75	-266.64
	900069	1	4187.00	-240.99		830022	1	3009.00	-266.92
	910661	1	4432.00	-241.09		830300	0	0.00	-267.88
	890252	1	4669.00	-241.13		2920	0	0.00	-269.91
	920272	1	4208.00	-241.70		910590	2	4553.50	-270.33
	1664	0	0.00	-241.77		859	0	0.00	-270.46
	890045	1	3330.00	-242.76		880863	4	4368.75	-270.79
	900857	1	4033.00	-243.05		880802	1	4250.00	-270.93
	890337	4	4324.00	-243.42		1103	0	0.00	-271.05
	820004	0	0.00	-243.96		850504	1	3621.00	-271.55
	880355	1	3866.00	-244.43		820014	0	0.00	-272.07
	900276	2	4409.00	-244.58		890823	2	4657.50	-272.74
	9332	0	0.00	-245.14		880339	0	0.00	-272.90
	900841	4	5354.00	-245.55		870384	5	4473.60	-273.83
	940012	1	5091.00	-246.78		950070	1	5748.00	-274.78
	920544	1	4317.00	-247.27		841064	0	0.00	-275.06
	840305	0	0.00	-247.35		900387	1	3573.00	-275.43
1950	850933	1	4082.00	-247.50	2000	3242	0	0.00	-276.29

EK-4. (Devam)

2001	940081	1	5200.00	-276.66	2051	840854	0	0.00	-295.43
	890770	1	3945.00	-276.75		860107	1	3954.00	-295.46
	920496	1	4789.00	-277.30		870190	2	3598.00	-295.73
	2206	0	0.00	-277.50		890810	6	5162.67	-295.93
	840330	2	3868.50	-277.80		900766	1	3956.00	-296.05
	870901	1	4270.00	-277.95		860063	0	0.00	-296.37
	840232	0	0.00	-279.26		870248	1	3895.00	-296.40
	2821	0	0.00	-279.41		890937	4	4680.00	-297.18
	840092	0	0.00	-279.56		900202	2	4277.50	-297.29
	900725	2	4138.00	-279.65		900897	2	4384.50	-297.83
	940374	1	4998.00	-280.35		861294	0	0.00	-297.98
	820184	0	0.00	-280.48		880124	2	4296.00	-298.88
	920402	0	0.00	-280.62		850482	1	3376.00	-299.00
	840686	0	0.00	-280.66		870378	9	4804.22	-299.73
	870791	3	4260.33	-282.14		890255	1	3942.00	-299.94
	880349	6	4763.33	-283.12		840064	0	0.00	-299.98
	910250	5	5385.80	-283.42		920235	0	0.00	-300.16
	910727	1	4876.00	-283.52		840363	0	0.00	-301.15
	820301	0	0.00	-283.67		850104	0	0.00	-301.45
	910279	3	5159.67	-283.68		851027	0	0.00	-301.81
	840484	0	0.00	-284.67		830422	1	4492.00	-302.34
	860120	1	3642.00	-285.52		920114	4	5300.00	-302.44
	820129	0	0.00	-286.39		940370	2	5667.50	-302.47
	940655	1	6111.00	-287.16		890319	5	4727.60	-302.65
	870229	1	3682.00	-287.33		900939	1	4043.00	-302.94
	2198	0	0.00	-287.57		860227	4	4250.50	-303.25
	1798	0	0.00	-288.03		920563	3	5346.33	-303.88
	910195	4	4912.25	-288.13		840607	0	0.00	-303.88
	930059	3	5084.00	-288.20		910683	1	4663.00	-304.12
	930820	1	4881.00	-289.19		870870	2	3815.50	-304.26
	1652	0	0.00	-289.57		820399	2	3889.00	-304.54
	950098	1	6314.00	-289.88		830443	2	3800.00	-304.55
	870836	1	4088.00	-289.98		870172	1	3957.00	-304.78
	830098	0	0.00	-290.33		820146	2	3882.00	-306.23
	2954	0	0.00	-290.40		920612	2	5129.00	-306.69
	3247	0	0.00	-290.41		840381	0	0.00	-306.99
	2680	0	0.00	-291.14		840017	0	0.00	-307.01
	820234	0	0.00	-291.18		840930	0	0.00	-307.30
	910031	1	4281.00	-291.24		880137	3	4363.00	-307.45
	1332	0	0.00	-291.63		930905	2	6138.00	-307.75
	930224	2	4486.50	-291.68		830427	4	4176.75	-308.19
	920640	3	4898.33	-291.70		841102	0	0.00	-308.63
	851122	0	0.00	-291.93		910711	2	4414.50	-309.26
	840091	0	0.00	-292.43		900785	2	4818.50	-309.43
	840240	1	3773.00	-292.89		920033	4	5490.00	-309.88
	890294	2	3873.50	-293.43		890656	3	4591.67	-310.23
	870718	1	3781.00	-293.71		870819	1	4277.00	-311.40
	840027	1	3294.00	-294.11		830007	0	0.00	-312.30
	890647	2	3941.50	-294.44		860121	1	4257.00	-313.37
2050	820443	0	0.00	-295.19	2100	850999	0	0.00	-313.57

EK-4. (Devam)

2101	870083	1	4181.00	-313.72	2151	840366	0	0.00	-334.69
	870517	1	3830.00	-314.20		850575	0	0.00	-334.86
	900126	1	3819.00	-314.44		930771	2	4977.00	-335.01
	830120	0	0.00	-315.44		2258	0	0.00	-335.08
	900626	1	3576.00	-315.82		713	0	0.00	-335.69
	850875	4	4144.00	-316.24		830266	0	0.00	-335.72
	890427	1	3852.00	-316.30		900657	2	4850.50	-335.99
	1010	0	0.00	-316.64		890338	2	4709.50	-336.52
	880486	4	4316.50	-317.44		890094	2	4145.50	-336.91
	1068	0	0.00	-319.14		870871	1	3748.00	-338.67
	452	0	0.00	-319.35		841161	0	0.00	-338.68
	840007	0	0.00	-320.07		830020	2	3808.50	-338.73
	880758	5	4769.60	-320.11		870433	1	3915.00	-338.74
	950186	1	5950.00	-320.37		900273	6	4845.83	-339.11
	870826	2	4293.50	-320.62		890455	2	3499.50	-339.33
	910610	2	4284.50	-320.76		2988	0	0.00	-340.45
	920483	2	4345.50	-321.28		910360	4	4744.25	-340.62
	860839	2	3857.50	-321.41		940199	2	5319.50	-341.89
	890301	2	4154.50	-321.93		870545	1	3373.00	-342.67
	940080	1	5648.00	-322.78		2135	0	0.00	-342.90
	870596	3	4332.33	-323.24		910134	2	4155.00	-343.16
	940134	1	4410.00	-323.35		820218	0	0.00	-343.42
	880875	1	4622.00	-323.89		820322	0	0.00	-344.32
	870389	1	3572.00	-323.91		860391	1	2849.00	-344.35
	850871	0	0.00	-324.17		910848	1	4140.00	-344.73
	840285	0	0.00	-324.69		880101	4	3955.25	-345.20
	910170	5	5214.00	-324.75		920122	1	4344.00	-346.47
	820236	2	3846.00	-325.22		850818	0	0.00	-346.97
	830384	0	0.00	-325.98		880625	1	3021.00	-347.11
	861238	0	0.00	-326.31		850610	0	0.00	-348.23
	840097	0	0.00	-326.42		920165	1	4203.00	-348.76
	861065	0	0.00	-326.64		870217	0	0.00	-348.77
	880331	3	4246.00	-326.73		890528	7	4785.43	-349.22
	850102	0	0.00	-326.93		900402	2	4432.50	-349.60
	890233	2	3836.50	-327.19		860678	0	0.00	-349.76
	860751	2	3772.00	-327.80		840680	1	3150.00	-349.98
	850220	0	0.00	-327.98		4601	0	0.00	-350.71
	2718	0	0.00	-328.08		870015	3	4353.00	-352.36
	830460	0	0.00	-328.32		920466	2	5111.50	-353.72
	850730	1	3867.00	-328.69		830453	0	0.00	-354.46
	880892	1	4050.00	-329.02		870878	6	4676.33	-354.52
	850224	0	0.00	-330.12		900308	2	4191.00	-355.37
	930456	3	5461.33	-331.04		890818	6	4889.83	-356.89
	880236	1	3499.00	-331.08		880150	1	3415.00	-357.55
	2732	0	0.00	-331.36		850480	3	3903.67	-357.71
	851055	0	0.00	-331.62		910528	2	4648.00	-357.90
	870790	8	4703.75	-333.09		920419	1	3986.00	-357.91
	890465	3	3974.33	-333.22		880694	3	4185.67	-358.35
	3335	0	0.00	-334.38		890113	2	4155.50	-359.11
2150	830510	0	0.00	-334.41	2200	860673	0	0.00	-361.15

EK-4. (Devam)

2201	860090	1	3792.00	-361.56	2251	930451	1	3958.00	-390.74
	850012	1	2896.00	-362.18		880011	1	3786.00	-390.95
	870876	2	3900.50	-362.32		850628	0	0.00	-391.38
	850221	1	3513.00	-362.41		760110	0	0.00	-392.74
	930857	2	5591.50	-363.35		920095	1	4989.00	-393.54
	880234	5	4374.80	-363.83		920072	1	4509.00	-395.08
	880936	3	4014.00	-364.42		940788	1	4536.00	-395.42
	870402	2	4056.50	-365.32		940601	1	4605.00	-395.70
	2753	0	0.00	-365.58		890074	2	3693.50	-396.11
	890347	1	4434.00	-365.76		870657	3	3931.33	-396.78
	880873	3	4310.00	-366.37		841011	0	0.00	-397.46
	850893	0	0.00	-367.50		890900	2	4074.00	-398.08
	890229	4	4161.75	-367.85		910175	1	4670.00	-398.28
	910650	1	3845.00	-368.75		820044	3	3962.00	-398.35
	920232	1	3935.00	-369.15		910743	1	4140.00	-399.16
	880506	1	3210.00	-369.89		870400	1	2962.00	-399.40
	930335	2	4648.50	-370.72		920111	3	5245.00	-399.78
	930313	3	4994.00	-370.98		880569	1	3337.00	-400.40
	880612	3	4220.67	-371.01		870483	1	3721.00	-400.46
	850995	1	3922.00	-371.24		870341	1	2924.00	-400.69
	850799	5	4504.00	-372.38		910799	2	4904.00	-400.94
	861303	0	0.00	-372.43		750095	0	0.00	-401.20
	920264	4	5247.75	-373.74		870135	2	3590.00	-401.79
	870143	0	0.00	-375.00		910192	1	4034.00	-401.98
	900742	4	4498.75	-375.07		870138	4	4088.25	-403.51
	1717	0	0.00	-376.56		930465	3	5070.00	-404.41
	880051	1	3852.00	-376.75		930355	2	4938.50	-407.72
	870321	1	3297.00	-377.37		2818	0	0.00	-409.24
	830261	0	0.00	-377.39		2480	0	0.00	-409.63
	880078	3	3915.33	-377.65		880350	2	3510.00	-410.84
	139	0	0.00	-378.31		880304	4	4077.75	-413.14
	940703	1	4501.00	-379.89		940548	1	4356.00	-413.24
	870175	1	4078.00	-380.20		900571	4	4573.00	-413.50
	830293	1	2790.00	-380.28		890279	2	3870.50	-414.23
	840897	0	0.00	-380.54		1443	0	0.00	-414.47
	920516	1	3719.00	-381.15		850489	2	4108.00	-415.81
	900260	6	5024.83	-381.32		840431	0	0.00	-415.95
	840938	3	3798.00	-381.43		890083	3	4476.00	-415.99
	890332	1	3804.00	-381.84		880230	3	3975.00	-416.76
	940421	2	5012.00	-382.86		930878	2	5688.50	-417.02
	890691	3	4407.00	-382.89		890628	1	2723.00	-417.68
	850379	0	0.00	-383.14		870972	1	3861.00	-417.91
	910068	1	4116.00	-384.15		910015	3	4696.33	-418.52
	900440	1	3505.00	-384.18		920102	4	5230.25	-418.86
	870892	3	4219.00	-384.68		940605	1	4784.00	-419.40
	930875	2	4918.50	-389.32		910617	1	3930.00	-419.45
	850407	0	0.00	-389.49		750365	0	0.00	-420.01
	820254	1	3216.00	-390.30		880522	4	4060.25	-420.02
	900853	2	4071.00	-390.32		840090	1	3624.00	-420.26
2250	900915	0	0.00	-390.71	2300	940302	1	4563.00	-420.30

EK-4. (Devam)

2301	880571	1	3603.00	-421.56	2351	870942	1	3587.00	-460.22
	880369	1	3224.00	-421.92		920411	1	2860.00	-461.85
	890722	3	3911.67	-422.38		870152	1	3151.00	-462.38
	2244	0	0.00	-422.76		880862	2	4117.50	-462.89
	880028	3	3910.67	-423.07		870279	4	3880.00	-463.20
	930060	2	4995.50	-423.22		890355	2	3690.00	-463.33
	950061	1	5254.00	-423.85		880555	6	4766.50	-463.70
	910554	2	4424.50	-426.63		890323	5	4436.20	-465.20
	900119	1	3285.00	-428.04		880248	3	3842.67	-465.92
	920442	2	5228.50	-429.28		890397	1	3585.00	-466.59
	920863	3	5640.33	-431.52		870476	0	0.00	-466.78
	841022	0	0.00	-431.70		910258	1	4362.00	-466.81
	870631	1	3360.00	-431.90		930199	3	5000.00	-467.54
	840051	5	4318.60	-431.98		880798	3	3960.00	-468.28
	870315	0	0.00	-432.16		820269	0	0.00	-469.45
	890021	2	4205.00	-432.92		851053	0	0.00	-469.57
	860327	4	3730.25	-433.20		880734	3	4272.33	-470.12
	880409	1	1771.00	-434.32		880911	4	4411.00	-471.33
	930230	1	4725.00	-435.11		920545	3	4870.67	-471.61
	890724	2	3996.50	-436.09		890550	4	4084.50	-472.39
	841008	0	0.00	-436.50		850638	0	0.00	-472.51
	900033	2	3941.50	-436.60		890199	1	3561.00	-475.27
	870318	2	3918.00	-436.89		870101	2	3668.00	-475.85
	950182	1	4900.00	-437.95		890081	1	3426.00	-476.65
	860031	1	4024.00	-438.21		870146	6	4479.67	-476.67
	880381	4	4098.50	-438.21		860911	1	3728.00	-476.91
	890091	1	3605.00	-441.98		850771	1	4008.00	-477.78
	850244	0	0.00	-442.77		870968	8	4634.38	-478.58
	830463	0	0.00	-443.87		880046	1	3645.00	-478.65
	890188	1	3454.00	-444.25		920530	3	4920.00	-479.36
	860052	1	3440.00	-444.27		890453	1	3024.00	-479.90
	850118	1	3024.00	-444.32		880582	4	3753.25	-481.04
	930070	2	4917.50	-445.92		940101	2	4512.50	-481.11
	890039	1	4117.00	-446.56		870203	1	3024.00	-481.35
	870042	6	4646.83	-447.78		870057	4	4082.75	-484.48
	950173	1	5599.00	-449.35		840749	1	3746.00	-485.16
	900122	5	4565.00	-451.27		930505	1	4555.00	-485.78
	880079	4	3818.25	-451.43		840032	6	4190.17	-487.14
	880466	2	3778.50	-451.82		880025	1	3797.00	-487.88
	880400	1	3394.00	-452.34		880510	1	3281.00	-488.56
	890381	3	4334.33	-453.15		880642	1	3126.00	-488.59
	840864	5	4187.20	-454.52		930843	2	5180.50	-488.85
	880243	2	3654.00	-454.58		880147	1	3358.00	-489.84
	910067	2	4575.50	-454.74		940079	2	5213.50	-491.96
	910463	1	3551.00	-455.63		870873	1	3489.00	-492.49
	850135	0	0.00	-456.47		910846	1	4429.00	-494.09
	840829	4	4066.25	-457.95		840541	1	3086.00	-495.10
	820114	0	0.00	-458.80		880748	1	3624.00	-497.04
	880193	1	3307.00	-459.08		900172	2	3817.50	-497.06
2350	840842	1	3310.00	-459.16	2400	880032	7	4553.57	-497.96

EK-4. (Devam)

2401	841169	0	0.00	-500.02	2451	890830	6	4667.33	-543.01
	880018	2	3815.50	-501.07		880730	2	3366.50	-544.53
	940648	1	5055.00	-501.42		890812	2	3984.00	-544.59
	880085	2	3682.00	-501.42		910401	4	4501.50	-547.89
	870644	1	3712.00	-501.71		870299	2	3664.50	-552.43
	870928	2	3465.00	-501.87		930887	2	4959.50	-552.94
	880887	2	3306.50	-502.45		870524	2	3858.50	-552.97
	920547	1	4146.00	-502.79		880626	2	3665.50	-553.68
	900422	2	3785.00	-504.96		880017	3	3747.33	-554.27
	840660	2	4029.00	-505.21		860083	1	3458.00	-554.65
	920006	1	3765.00	-505.67		870583	1	3201.00	-555.17
	870936	1	3611.00	-506.71		900254	2	3841.00	-556.30
	890606	2	3414.00	-506.82		910619	4	4652.25	-557.76
	830226	0	0.00	-507.00		920412	3	4882.00	-557.78
	890186	2	3713.50	-507.86		860034	0	0.00	-557.93
	870578	1	2772.00	-508.41		870303	1	3663.00	-559.51
	870796	1	3381.00	-510.78		860215	3	3593.33	-560.05
	2526	0	0.00	-510.85		830424	1	3812.00	-561.33
	870374	2	3904.00	-512.28		910280	4	4564.50	-562.13
	910105	1	4020.00	-512.56		910189	4	4792.00	-562.20
	900920	5	5047.60	-514.67		840144	0	0.00	-564.13
	910571	1	3683.00	-514.75		940785	1	4720.00	-566.12
	880300	1	3930.00	-515.42		870698	2	3889.00	-566.98
	890150	2	3658.50	-518.35		870154	8	4684.88	-569.02
	900400	2	3759.50	-518.41		880080	1	3486.00	-570.68
	940403	1	4306.00	-519.07		870591	7	4238.00	-572.12
	870879	1	3405.00	-519.09		930600	2	4650.50	-573.90
	940356	1	4528.00	-519.23		880405	1	2844.00	-574.09
	860968	0	0.00	-519.41		773	0	0.00	-574.11
	880402	2	3281.00	-519.58		880269	2	3398.00	-574.71
	880446	1	3426.00	-520.41		880853	2	3308.00	-574.85
	880397	4	3931.75	-520.52		830680	0	0.00	-574.96
	910221	2	4216.00	-522.18		870237	3	3788.67	-577.67
	910774	1	4202.00	-523.73		880109	1	3231.00	-581.13
	870345	1	3741.00	-524.03		900933	2	4110.50	-581.23
	860325	2	3531.00	-524.39		870323	8	4670.88	-584.14
	880023	2	3681.50	-524.73		870862	8	4490.75	-584.82
	880231	7	4651.43	-525.51		890185	4	4137.75	-586.07
	861237	0	0.00	-525.54		870727	1	3357.00	-586.98
	820194	0	0.00	-528.72		940222	2	4894.50	-588.08
	920450	1	4547.00	-529.07		830412	1	2998.00	-593.14
	910613	4	4824.50	-530.25		850449	0	0.00	-597.08
	841126	0	0.00	-530.54		890745	3	3429.67	-597.29
	820055	3	3817.33	-533.05		870935	1	2745.00	-598.14
	870782	1	3460.00	-533.20		900518	2	3714.50	-600.05
	940802	1	4566.00	-535.66		920156	4	4612.00	-600.97
	930874	2	5066.00	-535.85		1112	0	0.00	-603.18
	870505	3	3625.00	-539.86		840395	7	4456.14	-603.66
	880133	2	3526.50	-541.40		880171	1	3676.00	-604.76
2450	880528	1	2994.00	-541.45	2500	890043	1	3305.00	-605.60

EK-4. (Devam)

2501	920406	2	4302.50	-605.61	2551	870107	2	3146.50	-669.56
	870082	1	3276.00	-606.41		900660	1	3127.00	-669.88
	870085	2	3670.00	-606.95		880260	1	2819.00	-670.11
	900471	2	3750.00	-609.06		880474	2	3354.50	-670.26
	841099	0	0.00	-611.50		900443	1	3461.00	-670.85
	890210	1	3550.00	-612.91		900869	2	3886.50	-672.57
	880110	1	3617.00	-614.47		880301	5	4010.20	-673.49
	840014	1	2840.00	-615.85		870492	0	0.00	-673.94
	880186	2	3198.00	-616.90		940122	2	3710.50	-674.35
	910724	3	4657.00	-617.66		890811	3	3902.33	-674.56
	860065	5	4319.40	-618.17		880052	1	3082.00	-674.93
	880854	5	3999.20	-618.20		900424	2	3632.00	-675.74
	870953	3	4087.33	-618.97		950139	1	4500.00	-676.48
	850125	0	0.00	-620.73		910535	1	3488.00	-679.50
	900490	1	2813.00	-623.00		910101	1	4044.00	-680.70
	870743	1	3196.00	-624.02		920027	4	4850.75	-681.17
	920306	1	2935.00	-627.29		840766	0	0.00	-682.09
	880803	1	3504.00	-628.12		880659	1	3323.00	-686.87
	890265	3	3695.33	-628.99		880063	1	2880.00	-688.17
	900757	1	3842.00	-630.85		870693	2	3552.50	-689.23
	920259	3	4718.33	-633.61		910235	4	4471.75	-690.32
	870949	3	3351.00	-634.33		880711	1	2588.00	-693.09
	880098	2	3221.00	-635.88		870740	7	4121.57	-694.65
	930618	1	4588.00	-636.47		890203	5	4106.00	-694.69
	880669	1	2976.00	-637.04		880735	1	3052.00	-699.82
	890018	2	3786.50	-638.59		750411	0	0.00	-701.75
	880062	4	3938.50	-641.83		870776	1	2505.00	-703.26
	900889	1	3803.00	-642.58		880130	1	2549.00	-703.43
	880622	1	3271.00	-642.93		880615	1	2628.00	-710.22
	880313	2	3230.00	-643.40		930271	3	4599.33	-711.87
	900366	2	3577.50	-646.68		890127	6	4519.33	-713.17
	880668	1	2671.00	-646.72		880002	2	3591.00	-713.53
	870246	2	3172.00	-647.04		870597	2	3118.00	-715.32
	870731	5	3909.00	-649.00		850882	1	2613.00	-716.11
	870678	2	3288.00	-649.29		1725	0	0.00	-720.75
	900234	2	3625.50	-649.51		880166	6	4242.83	-722.33
	900736	2	3814.00	-650.04		870183	1	2790.00	-726.65
	880334	1	2448.00	-650.62		890004	4	3769.75	-728.77
	900463	3	3943.33	-651.54		880310	3	3339.00	-730.64
	870188	2	3158.00	-652.38		930638	1	3846.00	-732.72
	940034	2	4745.50	-652.85		880586	3	3367.00	-735.29
	820292	3	3437.33	-655.97		890307	4	3861.75	-738.71
	870387	3	3565.00	-657.86		840649	2	2964.00	-739.87
	870581	6	4249.50	-659.20		870238	1	2749.00	-741.55
	930293	2	4267.50	-659.97		880160	2	3553.00	-742.30
	910118	4	4639.00	-660.05		920297	1	3385.00	-743.01
	870340	2	3636.50	-662.32		860583	3	3447.67	-744.98
	910678	2	3959.50	-666.34		880709	1	2609.00	-745.86
	880205	2	3400.50	-666.48		950096	1	4737.00	-746.84
2550	870182	4	3502.00	-666.63	2600	880461	1	2363.00	-747.23

EK-4. (Devam)

2601	880347	3	3720.00	-750.71	2651	940125	1	3648.00	-853.93
	880045	3	3317.33	-751.64		880633	2	2971.50	-860.25
	870839	2	3267.50	-753.63		880041	1	2337.00	-863.62
	880634	1	2781.00	-755.54		950044	1	2958.00	-864.18
	870025	5	3863.80	-757.41		870534	1	3217.00	-864.37
	880782	1	2508.00	-758.23		910307	1	2580.00	-864.42
	890110	2	3317.50	-762.93		880009	1	2328.00	-869.33
	870453	2	3335.50	-767.88		870894	2	3378.50	-876.71
	910544	1	3760.00	-768.07		900141	4	3763.75	-878.46
	910371	1	3839.00	-769.35		870308	3	3190.00	-882.16
	880754	2	3398.00	-770.94		870912	3	3425.33	-893.95
	890050	2	4025.00	-772.28		910626	1	3840.00	-900.55
	890061	1	3610.00	-772.98		900839	2	3058.50	-901.41
	880563	1	2514.00	-773.10		880695	7	4191.43	-901.84
	870961	1	2910.00	-774.10		900769	5	4133.20	-906.79
	880672	2	3435.50	-775.80		870756	1	2390.00	-907.34
	940048	2	3827.50	-775.98		880901	3	3488.00	-908.31
	910255	2	3884.50	-779.00		920269	1	3802.00	-910.70
	870741	4	3870.50	-782.25		890500	4	3468.50	-928.31
	880728	3	3649.67	-783.91		870258	2	2946.00	-940.81
	910040	1	3596.00	-789.04		870313	2	2912.50	-944.40
	880168	3	3191.67	-789.22		861177	0	0.00	-944.95
	870541	3	3328.00	-789.92		890657	3	3490.33	-945.40
	880233	1	2812.00	-790.45		880404	3	3202.67	-947.13
	890114	5	4265.40	-793.62		880054	1	2568.00	-948.31
	860734	1	2713.00	-794.68		890155	1	2230.00	-955.39
	890764	3	3556.00	-799.53		840795	5	3168.00	-957.28
	870888	2	3789.50	-800.24		880769	2	2903.00	-959.05
	910820	1	4132.00	-805.39		910025	4	3858.50	-961.24
	900238	1	2445.00	-807.42		930763	2	4035.00	-965.05
	870072	3	3238.00	-810.23		870593	3	3146.33	-966.69
	870411	3	2999.67	-810.36		910698	2	3828.50	-972.94
	890121	2	3222.50	-817.87		890326	3	3289.33	-984.26
	840011	2	3511.50	-820.30		870938	5	3605.60	-986.04
	860818	1	3643.00	-820.77		910056	1	2866.00	-990.21
	860328	2	3167.50	-823.06		870361	3	2923.00	-992.99
	870883	1	2405.00	-824.99		900803	1	2065.00	-996.45
	880191	6	4237.33	-826.09		870920	4	3423.00	-1003.46
	900139	2	3190.00	-828.28		900098	1	2090.00	-1005.36
	910696	1	2325.00	-835.75		940132	2	3971.50	-1011.46
	870141	5	3948.20	-839.52		850767	3	2905.67	-1018.16
	920866	2	3668.50	-840.19		870918	1	2307.00	-1019.40
	950127	1	3484.00	-841.01		910176	2	3023.00	-1036.08
	880523	5	3815.20	-841.84		880821	6	4025.67	-1040.05
	830396	1	2925.00	-841.85		950167	1	3060.00	-1059.04
	880904	4	4068.25	-842.46		890750	3	3124.33	-1067.25
	870531	2	3369.50	-843.86		870794	3	2786.00	-1067.38
	880611	1	2208.00	-844.31		910182	3	3647.00	-1070.25
	870696	2	2848.50	-845.09		870770	4	3162.00	-1083.50
2650	870895	1	2457.00	-852.63	2700	920312	4	4100.25	-1093.92

EK-4. (Devam)

2701	920484	1	2683.00	-1140.27
2702	900599	2	2231.00	-1161.09
2703	940682	1	2230.00	-1210.75
2704	880895	4	3145.00	-1217.40
2705	890140	3	2860.00	-1303.56
2706	920536	1	1882.00	-1358.06
2707	880237	5	2958.40	-1388.46

