

157-573

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZOOTEKNİ (VET) ANABİLİM DALI

**DAMIZLIK KOÇ SEÇİMİNDE BLUP METODUNUN
KULLANILMASI**

DOKTORA TEZİ

Arş.Gör. Osman Karabulut

DANIŞMAN

Prof. Dr. Mehmet Emin TEKİN

KONYA-2004

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZOOOTEKNİ (VET) ANABİLİM DALI

SABEPROJE NO:

**DAMIZLIK KOÇ SEÇİMİNDE BLUP METODUNUN
KULLANILMASI**

DOKTORA TEZİ

Arş. Gör. Osman Karabulut

Bu tez aşağıda isimleri yazılı tez jürisi tarafından 23 / 02 / 2004 günü sözlü olarak yapılan tez savunma sınavında oybirliği ile kabul edilmiştir.

Tez Jürisi: Jüri başkanı: Prof. Dr. Şeref İNAL
Danışman : Prof. Dr. Mehmet Emin TEKİN
Üye : Prof. Dr. Orhan ÇETİN
Üye : Doç. Dr. Nurettin GÜLŞEN
Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa SAATCI

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|----|
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. LİTERATÜR BİLGİ | 4 |
| 2.1. Seleksiyon | 4 |
| 2.1.1. Bireylerin fenotipik değerlerine göre seleksiyon | 4 |
| 2.1.2. Akrabaların fenotipik değerlerine göre seleksiyon | 5 |
| 2.2. Kalıtım Derecesi | 6 |
| 2.3. Fenotipi Etkileyen Faktörler ve Bunların İstatistiksel Analizi | 7 |
| 2.4. Damızlık Koç Seçiminde Sütten Kesim Ağırlığının Önemi ve Bunu Etkileyen Faktörler | 9 |
| 2.5. Damızlık Değer Tespitinde BLUP'ın Kullanılması | 11 |
| 2.5.1. Karışık model (Mixed model) | 12 |
| 2.5.2. En küçük kareler metodu ve seleksiyon indeksinin birleştirilmesi | 12 |
| 2.5.3. Henderson'un karışık model eşitlikleri | 14 |
| 2.5.4. BLUP modelleri | 15 |
| 2.5.4.1. Baba modeli (Sire model) | 15 |
| 2.5.4.2. Birey modeli (Animal model) | 17 |
| 2.5.4.3. Diğer modeller | 18 |
| 2.5.5. REML metodu | 18 |
| 2.5.6. BLUP hesaplamalarında kullanılan bazı bilgisayar programları | 22 |
| 2.5.6.1. LSMLMW (Least Squares Maximum Likelihood Mixed and Weighted) | 22 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5.6.2. DFREML (Derivative Free Restricted Maximum Likelihood) | 23 |
| 2.5.6.3. PKREML | 24 |
| 2.5.6.4. PEST (Predict Estimation) | 24 |
| 2.5.6.5. VCE (Variance Component Estimation) | 25 |
| 2.5.6.6. ABTK (Animal Breeder's Tool Kit) | 25 |
| 2.5.6.7. DMU (Denmarks Miljøundersøgelser-Danimarka Milli Çevresel Araştırma Ünitesi) | 25 |
| 2.5.6.8. JAA, MTC ve JSPFS | 26 |
| 2.5.6.9. QUERCUS | 27 |
| 2.5.6.10. ASREML | 27 |
| 2.5.6.11. MTGSAM (Multiple Trait Gibbs Sampling in Animal Model) | 27 |
| 2.5.6.12. MTDFREML (Multiple Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood) | 27 |
| 3. MATERYAL ve METOT | 29 |
| 3.1. Materyal | 29 |
| 3.2. Metot | 29 |
| 3.2.1. Ham verilerin düzenlenmesi | 29 |
| 3.2.2. Verilerin analizinde kullanılan yöntemler | 30 |
| 3.2.2.1. BLUP metodu | 30 |
| 3.2.2.2. Geleneksel metot | 37 |
| 3.2.3.1. Varyans unsurları, kalıtım derecesi ve damızlık değerinin hesaplanması | 39 |

| | |
|--|-----------|
| 4. BULGULAR | 41 |
| 4.1. BLUP Metodu İle Elde Edilen Bulgular | 41 |
| 4.1.1. Ön test bulguları | 41 |
| 4.1.2. MTDFREML ile elde edilen bulgular | 41 |
| 4.2. Geleneksel Metot | 45 |
| 5. TARTIŞMA ve SONUÇ | 55 |
| 5.1. Metotların İşlem Aşamaları Bakımından Karşılaştırılması | 55 |
| 5.1.1. Bireylerin kulak numaralarının düzenlenmesi | 55 |
| 5.1.2. Programların kullanımı | 55 |
| 5.2. Metotların Sonuçlar Bakımından Karşılaştırılması | 57 |
| 6. ÖZET | 61 |
| 7. SUMMARY | 62 |
| 8. KAYNAKLAR | 63 |
| 9. EKLER | 72 |
| EK - 1. MTD56 | 72 |
| EK - 2. MTD66 | 74 |
| EK - 3. MTD76 | 76 |
| EK - 4. MTD72 | 79 |
| 10. ÖZGEÇMİŞ | 80 |
| 11. TEŞEKKÜR | 81 |

TABLolar

| | |
|---|-----------|
| Tablo 1. Programın kullandığı 1. DAT uzantılı dosya (pedigri dosyası). _____ | 31 |
| Tablo 2. Programın kullandığı 2. DAT uzantılı dosya (veri dosyası). _____ | 32 |
| Tablo 3. Ön test için varyans analiz tablosu. _____ | 41 |
| Tablo 4. REML'le hesaplanan varyans unsurları tablosu. _____ | 42 |
| Tablo 5. BLUP'la hesaplanan damızlık değerleri sıralamasında 1997-2002 yıllarında doğan erkek kuzulardan ilk 20'ye girenler. _____ | 43 |
| Tablo 6. BLUP metoduna göre çalışmadaki tüm erkek bireylerden (koçlar ve erkek kuzular) damızlık değer sıralamasında ilk 20'ye girenler. _____ | 44 |
| Tablo 7. Doğum yıllarına göre koçların BLUP'la hesaplanan damızlık değerleri. _____ | 44 |
| Tablo 8. BLUP metodunun verdiği sonuca göre damızlık olarak kullanılması tavsiye edilen 2002'ye ait ilk 10 erkek kuzuya ait damızlık değerler. _____ | 45 |
| Tablo 9. Çevre faktörlerini hesaba katmadan hesaplanan varyans analizi sonuçları. _____ | 46 |
| Tablo 10. 1997-2002 Yıllarında doğan erkek kuzulardan çevre faktörleri hesaba katılmayarak hesaplanmış damızlık değerlerine göre ilk 20'ye girenler. _____ | 46 |
| Tablo 11. Varyans analizi ile hesaplanan etki miktarları. _____ | 47 |
| Tablo 12. Düzeltilmiş sütten kesim ağırlığına uygulanan basit varyans analizi sonuçları _____ | 48 |
| Tablo 13. 1997-2002 yıllarında doğan erkek kuzulardan çevre faktörlerini dikkate alarak hesaplanmış damızlık değerlerine göre ilk 20'ye girenler. _____ | 48 |
| Tablo 14. GLM ile elde edilen varyans analizi sonuçları. _____ | 49 |
| Tablo 15. 1997-2002 yıllarında doğan erkek kuzulardan GLM sonuçlarına göre hesaplanmış damızlık değerlerine bakıldığında ilk 20'ye girenler. _____ | 50 |
| Tablo 16. Geleneksel metoda göre 2002 yılına ait kuzulardan damızlık olarak kullanılması tavsiye edilen ilk 10 erkek kuzu. _____ | 50 |
| Tablo 17. 2002 kuzularından BLUP'la ilk 10'a girenlerin geleneksel metotta aldığı damızlık değer ve sıra numaraları. _____ | 51 |
| Tablo 18. Yıla göre her iki metotta ilk dörde giren erkek kuzular. _____ | 52 |
| Tablo 19. Yıllara göre damızlık değer ortalamaları. _____ | 52 |
| Tablo 20. BLUP Metodu ile geleneksel metodun özet olarak karşılaştırılması. _____ | 59 |

GRAFİKLER

Grafik 1. Erkek kuzulara ait damızlık değerlerinin yıllara göre dağılımı.-----52

Grafik 2. Sütten kesim ağırlığı ile damızlık değer ilişkisinin grafiği.-----54



1. GİRİŞ

Ellerinde damızlık sürü bulunduran işletmeler için, sürünün genetik yapısının korunması ya da istenilen özellik yönünde geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu da ancak istenilen özelliği en iyi temsil eden ve bu özelliği en iyi şekilde yavrularına aktarabilen bireylerin damızlıkta kullanılması ile mümkün olmaktadır. Önceleri damızlık seçimi gözleme dayalı subjektif değerlendirmelerle yapılmıştır. O zamanlar için bu metot geçerli olsa da, uygulanan bu metotla hızlı bir genetik ilerleme sağlanamamıştır. Zamanla, düzenli kayıtlar tutulmaya ve damızlık seçiminde kayıtlara dayalı değerlendirmeler ve istatistik metotlar kullanılmaya başlanmıştır. Böylece hayvanın genetik yapısı daha iyi tahmin edilebilmiş ve daha hızlı genetik ilerleme sağlanabilmiştir.

İstatistiksel metot olarak ilk kullanılanlar varyans analizi (ANOVA)'dir. Geleneksel bir şekilde bu metotlar kullanılarak, özellikleri etkileyen faktörlerin elimine edilmesi suretiyle kalıtım derecesini ve damızlık değerlerini daha doğru şekilde hesaplamak mümkün olmuştur. Bu metotlar halen yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bilgisayar teknolojisinin gelişimi ile ANOVA çözümleri yapan paket programlar geliştirilmiştir. Dolayısıyla hesaplamalar daha kolay yapılır hale gelmiştir. Veriler dengesiz dahi olsa çoklu faktörlerin etkilerinin eliminasyonu Genel Doğrusal Model (General Linear Model - GLM) altında En Küçük Kareler Metodu (EKKM) ile kolayca sağlanabilmektedir.

Zamanla, bilgisayar ortamında hesaplamaların yapıldığı, genetik yapıyı daha iyi ortaya koyan daha ayrıntılı istatistikler veren alternatif istatistiksel metotların ve bunların kolayca çözümünü yapacak programların arayışına girilmiştir. Bu arayış içerisinde 1950'lerde ortaya atılmasına rağmen, çok ağır hesaplamaları gerektirmesi ve çok büyük matrisleri içermesi sebebiyle o zamanın şartlarında araştırmacılara pek pratik gelmemiş olan BLUP (Best Linear Unbiased Prediction – En İyi Doğrusal Yansız Tahmin) metodu yeniden gündeme gelmiştir. Özellikle hesaplamaların daha kolay ve daha hassas hale getirildiği REML (Restricted Maximum Likelihood –

Kısıtlanmış En Yüksek Olabilirlik) tekniğinin geliştirilmesi ile BLUP'ın kullanım alanı hızla artmıştır.

Çevre faktörlerinin eliminasyonu ve genetik değerlendirmeleri, BLUP ile daha doğru ve daha güvenilir şekilde yapmak mümkündür. İncelenen özelliklerin dağılımı dengesiz olduğu zaman geleneksel metotta hata olasılığı artar. Buna karşın BLUP bu sorunu gidermektedir.

Bir hayvanın verimi, çevre ve genetik faktörlerin etkisi altındadır. Ekonomik özellikler bakımından gelecekteki genetik ve fenotipik yapıyı tahmin etmede; doğum ağırlığı, sütten kesim ağırlığı, ana yaşı, doğum tipi, cinsiyet ve yıl gibi parametreler gerek geleneksel metotta gerekse BLUP'da değerlendirilmektedir. BLUP ile bu faktörler aynı anda ve ayrı ayrı olarak değerlendirilebilir. Bir hayvanın tüm akrabalarından alınan bilgiler kullanılabilir. Hayvanların akrabalığı bulunan başka çiftliklerden toplanan veriler de değerlendirmeye alınabilir ve her çiftlikteki her bir hayvan için damızlık değeri hesaplanabilir. Veriler değişik yıllara ait ise her yılın ortalama damızlık değeri hesaplanarak yıllar arasındaki genetik ilerleme karşılaştırılabilir.

Günümüze kadar gelen ve halen yapılan çalışmalarda geleneksel metotlarla hesaplamalar yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bunun nedeni geleneksel metot ile hesaplamaların daha pratik olması, pedigrîye ihtiyaç duyulmaması ve sıkı akrabalıkların olmadığı sürülerde geleneksel metodun BLUP'la yakın sonuçlar vermesidir. BLUP, çok yoğun çalışmayı gerektirdiği ve belirli bir alt yapıyı istediği için araştırmacılar geleneksel metodu kullanma yoluna gitmektedirler.

Hayvancılığı gelişmiş olan ülkelerde damızlık değer hesaplamalarında tartışmasız olarak BLUP metodu tercih edilmektedir. İleri seviyede hayvancılığa ve yeterli teknolojiye sahip olmayan ülkelerde ise yukarıda bildirilen sebeplerden dolayı "BLUP mı yoksa geleneksel metot mu kullanılmalı?" sorusunun cevabı halen tartışma konusu olmuştur.

Bu çalışmanın amacı; Konya Merinoslarının damızlık değerlerini hesaplamalarında BLUP metodunu ve geleneksel metodu kullanarak gelecekteki genetik ve fenotipik yapıyı tahmin etmek, aynı zamanda bu iki metodu avantaj ve dezavantajları açısından birbiriyle karşılaştırmaktır.



2. LİTERATÜR BİLGİ

2.1. Seleksiyon

Seleksiyon, hayvan popülasyonlarında çevreye uyum sağlayanların veya verimi yüksek olanların kayırılması olarak tanımlanabilir. Buna, tabii ortamda gerçekleşiyorsa tabii seleksiyon, insan eliyle gerçekleşiyorsa suni seleksiyon denir.

Yetiştiricilikte yapılan seleksiyon suni seleksiyondur. Evciltirilmiş olan hayvanlar, tabii ortamından uzaklaştırılması ve sürekli olarak yetiştiricinin ihtiyacı yönünde seleksiyon yapılmasıyla önemli değişikliklere uğramıştır. Bu değişiklikler; morfolojik, fizyolojik ve psikolojik niteliklidir. Örneğin koyunculukta; morfolojik olarak genelde vücut irileşmiş, renk tek renge yönelmiş olup beyaz renk hakim hale gelmiştir. Fizyolojik olarak dölverimi, süt verimi, büyüme ve yemden yararlanma artmakla beraber konstitüsyon zayıflamıştır. Psikolojik ve zeka olarak ise diğer hayvanlara karşı kendini korumada ve yaşama mücadelesinde azalma olmuştur (Akçapınar 1994, Akçapınar ve Özbeyaz 1999).

Suni seleksiyon belirli bir amaç ve metot dahilinde yapılır. Popülasyonda istenen genlerin frekansını istenmeyenlerin aleyhine artırmak için yaygın olarak şu metotlar uygulanmaktadır (Aritürk 1977b, Akçapınar ve Özbeyaz 1999):

1. Bireylerin fenotipik değerlerine göre seleksiyon,
2. Akrabaların fenotipik değerlerine göre seleksiyon.

2.1.1. Bireylerin fenotipik değerlerine göre seleksiyon

Bu yöntemde en yüksek fenotipik değere sahip bireyler damızlık olarak alınıyor, geriye kalanlar yetiştirmeden uzaklaştırılır. Kalıtım derecesi yüksek olan karakterlerin geliştirilmesi için uygun bir yöntemdir. Uygulaması kolay bir metottur. Özellikle erkek damızlıkların tespitinde bütün erkeklere progeny testin uygulanması mümkün olmadığı zaman bir ön seleksiyon kaçınılmaz olabilir. Pedigri verilerine güvenilmediği durumlarda ön seleksiyon bireysel verilere dayanılarak yapılır. Fakat ekonomik değeri yüksek karakterlerin bazıları sadece dişilerde görüldüğünden (süt verimi, yumurta verimi vb), erkek damızlıkların seçimi kendi fenotiplerine göre

yapılamaz. Ayrıca kalıtım derecesi düşük karakterde bireysel değere bakılarak seleksiyon yapıldığında ilerleme çok yavaş olduğu bildirilmiştir (Arıtürk 1977c).

Önceleri yetiştiriciler damızlıkları fenotiplerine göre seçerlerdi. Çevre şartlar her birey için aynı olduğunda bu yöntem tercih edilebilir. Fakat bu çoğu zaman mümkün olmaz ve çevrenin fenotipi ne düzeyde etkilediği bu yöntemle bilinemez. Dolayısıyla bireylerin genetik yapısını tahmin edebilmek için akrabalarının da verimlerinin incelenmesi gerekmektedir (Lasley 1972, Arıtürk 1977a).

2.1.2. Akrabaların fenotipik değere göre seleksiyon

Bireylerin damızlık değere hakkında karar verebilmek için bireyin kendi fenotipik değere dışında direkt akrabalarının (ebeveynler ve büyük ebeveynler), kollateral akrabalarının (öz ve üvey kardeşler) ve yavrularının verim kayıtlarından faydalanılabilir. Akrabaların fenotipik değere göre üç seleksiyon şekli vardır (Arıtürk 1977b):

- a) Pedigriye göre seleksiyon,
- b) Yavru ortalamalarına göre seleksiyon,
- c) Familya ortalamasına göre seleksiyon.

Pedigriye göre seleksiyon: Bireylerin genotiplerinin yarısını anadan ve diğer yarısını da babadan aldığı esasına dayanır. Bireylerin fenotipik değere göre seleksiyonun dezavantajları, pedigri kayıtlarından ebeveynlerin verimlerine bakılarak giderilebilir. Bu seleksiyonun başarılı olabilmesi kayıtların titizlikle alınmasına bağlıdır.

Yavru ortalamalarına göre seleksiyon (Progeny Testing): Bir hayvanın genotipini, yavrularının fenotipik değere yardımcıyla tayin etmek için kullanılan bir yöntemdir. Yavru ortalamaları en yüksek olan bireyler damızlık olarak alınır. Döl kontrolü yapılan bir bireyin genetik değere ortaya koyabilmesi için çok sayıda yavruya (100-200) sahip olması ve yavruların bakım-beslemesi mümkün olduğunca benzer şartlarda olması gerekir. Uygulaması zor olmakla beraber sonucuna en çok güvenilen yöntemlerdendir.

Famulya ortalamasına göre seleksiyon: Bireyler arasında belirli derecede akrabalık bulunuyorsa, bu bireylerden oluşan gruba famulya denir. Bu yöntemde en çok öz kardeşler, baba-bir üvey kardeşler ve ana-bir üvey kardeşler famulyaları kullanılmaktadır.

Bireyler aynı ana ve babadan olduğundan öz kardeşlerde genetik benzerlik $r_G=0.50$ 'dir. Yetiştiricilikte daha çok, yüksek üreme hızına sahip türlerde (tavuk, tavşan) nem taşır.

Annenin genetik etkisi bu metotta ihmal edilir. Birleştirmelerin rasgele yapıldığı bir populyasyonda, herhangi bir üvey kardeşler famulyası içerisindeki fertler arasındaki ortalama genetik benzerlik $r_G=0.25$ 'tir. Sürüde ikiz doğumlar sebebi ile öz kardeşler bulunsa da ortalama akrabalığı fazla etkilemez. Baba-bir üvey kardeşler famulyaları daha çok bir batnda tek yavru elde edilen türlerde (sığır, koyun, keçi, gibi) nem taşır.

Genellikle baba-bir üvey kardeşler famulyaları arasında çevresel farklılıkların bulunması ihtimali azdır. Kalıtım derecesi 0.21'den daha küçük olan özelliklerde bireysel seleksiyondan daha güvenilirdir (Arıtürk 1977b).

2.2. Kalıtım Derecesi

Damızlık seçiminde, damızlıkların istenilen özellik için genetik olarak bir sonraki generasyona nasıl bir katkıda bulunabileceklerinin bilinmesi istenilen bir durumdur. Bunun için de genetik yapının (Genotipik varyans, σ_G^2) fenotipi belirleme derecesi (Fenotipik varyans, σ_P^2) olan kalıtım derecesinin (h^2) bilinmesi gerekir ve aşağıdaki gibi ifade edilir (Arıtürk 1977b, Yalçın 1981);

$$h^2 = \sigma_G^2 / \sigma_P^2$$

σ_G^2 tüm genetik yapıyı içerdiğinden h^2 'ne geniş anlamlı kalıtım derecesi denir. σ_G^2 , eklemeli genetik varyansı (σ_A^2), dominant gen varyansı (σ_D^2) ve epistatik etki (interaksiyon) varyansını (σ_I^2) içermektedir. σ_D^2 ve σ_I^2 bir sonraki generasyona geçerken değişime uğrar. Ayrıca etkileri ihmal edilebilecek kadar azdır. Bu nedenle

kalıtım derecesi çoğunlukla sadece σ_A^2 dikkate alınarak hesaplanır. Buna dar anlamalı kalıtım derecesi denir ve aşağıdaki formülle ifade edilir (Arıtürk ve Yalçın 1966, Akçapınar 1994, Soysal ve Tuna 2000, Vanlı ve ark 2002):

$$h^2 = \sigma_A^2 / \sigma_P^2$$

Kuzularda süttten kesim ağırlığına ait kalıtım derecesinin 0.05-0.34 arasında olduğu bildirilmiştir (Yalçın 1981). Özcan ve Arıtürk (1965), baba-bir üvey kardeşler metoduna göre hesaplanmış süttten kesim ağırlığının kalıtım derecelerini; muhtelif ırklarda 0.42, Ossimi ırkında 0.34, Corriedale ve Shropshire'da 0.073, Rambouillet'de 0.22, Rahmani'de 0.18, Hampshire'da 0.015-0.35, Border Leicester X Cheviot melezlerinde 6 haftalık süttten kesim için 0.02, 9 haftalık için 0.08, 12 haftalık için 0.09, 15 haftalık için 0.19 olarak bildirmişlerdir.

Arıtürk ve Yalçın (1966), süttten kesim ağırlığının kalıtım derecelerini Rambouillet'de 0.27, Columbia'da 0.16, Corriedale'de 0.32, Targhee'de 0.08 ve Welsh Mountain'de 0.48 olarak bildirmişlerdir.

Kızılay (1997), Acıpayam kuzularında 75. gün süttten kesim ağırlığına ait kalıtım derecesini 0.10-0.30 olarak bulmuştur.

Saatcı ve ark (2002), Welsh Montain kuzularında 50. gün süttten kesim ağırlığına ait kalıtım derecesini REML'le hesaplamış ve 0.104 olarak bulmuştur.

2.3. Fenotipi Etkileyen Faktörler ve Bunların İstatistiksel Analizi

Genetik ıslahta düzenli tutulmuş verilerin değerlendirilmesinde ilk aşama model oluşturmaktır. Bu amaçla incelenen özelliği etkileyen veya etkilediği düşünölen faktörlerin belirlenmesi gerekir. İncelenen özelliğe ait fenotipik değerin (P) oluşmasında etkili olan faktörler, ister genotipik (G) ister çevresel (Ç) etkili olsun, istatistik bir model içerisinde değerlendirilir. Basitçe model; $P = G + E$ şeklindedir (Akbaş 2000, Tekin 2000). Ayrıca çevre etkileri varyasyon bakımından, varyasyonu kesikli ve varyasyonu sürekli çevre etkileri olarak sınıflandırılabilir (Tekin 2000). Özelliğin çok sayıda çevre etkisinde kalması, modelin genişlemesine yol açar.

İncelenen özellik bakımından genetik yapıyı meydana getiren etkiler, eklemeli ve eklemeli olmayan genetik etkiler olarak iki bölümde incelenebilir. Bağımsız gen etkilerinin toplanarak oluşturduğu eklemeli genetik etkiye karşılık, eklemeli olmayan genetik etkiler, allel genler arası etkileşim (dominans) veya allel olmayan genler arası etkileşim (epistazis) sonucu şekillenir. Toplam genetik varyasyonu açıklamada farklı genetik modeller kullanılmaktadır. Populasyon içi ıslah çalışmalarında eklemeli genetik model kullanılırken, populasyonlar arası ıslah çalışmalarında eklemeli-dominant veya epistatik etkileri de içeren modeller önerilmektedir. Çünkü populasyonlar arası seleksiyon uygulamaları, eklemeli modelin toplam genetik varyasyonu açıklamada yeterli olmadığını göstermiştir. Bu durumda araştırmacılar en azından eklemeli-dominant modelin kullanımını önermektedirler (Lasley 1972, Akbaş 2000).

İkinci aşamada modeldeki sabit (fixed) etkilere ait etki payları ve rasgele (random) etkilere ait varyans unsurları tahmin edilir. Çünkü incelenen özellikler bakımından ıslah potansiyelinin belirlenmesi ve genetik ıslahta kullanılacak yöntemin seçimi, varyans unsurları üzerinden hesaplanan kalıtım derecesi ve genetik korelasyon gibi genetik parametrelerin düzeyine bağlıdır (Akbaş 2000).

Hayvancılığı ileri olmayan ülkelerde yapılan ıslah çalışmalarında veriler genellikle geleneksel metotlarla değerlendirilmektedir. Hayvan ıslahında geleneksel metotla hesaplanan varyans unsurları, akrabalar arasındaki kovaryansın basit doğrusal bir fonksiyonudur. Analiz olarak varyans analizi ve En Küçük Kareler Metodu kullanılır (Düzgüneş ve ark 1983, Akbaş 2000, Tekin 2000).

Bilgisayar imkanlarının artması ile son yıllarda yeni yöntemler geliştirilmiştir. Yeni yöntemlerin üstünlüğü, daha sapsız tahminlere ulaşılmasına imkan vermeleridir. Nitekim geleneksel metotta uygulanan varyans analizi ile elde edilen varyans unsurları ve kalıtım dereceleri yanlı olmaktadır (Akbaş 2000).

Son aşama ise, bireylerin incelenen özelliğe göre genetik kapasitesinin göstergesi olan damızlık değerinin tahmin edilmesidir. Seleksiyon çalışmalarında bireylerin genetik potansiyellerinin yani damızlık değerlerinin tahmin edilmesi gerekir. Damızlık değeri kullanılarak sıralama ve seçme yapıp bir sonraki generasyonun ebeveynleri seçilir (Akbaş 2000).

2.4. Damızlık Koç Seçiminde Sütten Kesim Ağırlığının Önemi ve Bunu Etkileyen Faktörler

Koyunculukta 'damızlığa ayrılacak koçun erken yaşta tespit edilmesi önemlidir. Böylelikle seçilen koç adaylarına daha itinalı bakım besleme yapılabilir ve damızlık fazlası erkekler gereksiz yere elde tutulmamış olur. Ayrıca damızlık satışında koçun fiyatı daha etkin biçimde belirlenebilir.

Koyun yetiştiriciliğinde koç adaylarının belirlenmesi için sütten kesim ağırlığı önemli bir parametredir. Çünkü bu parametreye bakılarak, hayvanın ileri yaşlardaki canlı ağırlığı ile ilgili tahminlerde bulunulabilir (Akmaz ve Ark 1992, Kızılay 1997). Sütten kesim ağırlığını etkileyen çevre faktörleri vardır ve bu faktörlerin eliminasyonu seçimin hassasiyetini artırır. Bunlar; cinsiyet, doğum tipi, ana yaşı, yıl, sütten kesme yaşı, doğum ağırlığı gibi faktörlerdir (Tekin 2000).

Akçapınar ve Özbeyaz (1999), doğum ağırlığının büyümeyi önemli derecede etkileyen ve büyüme hızını belirleyen önemli bir kriter olduğunu bildirmiştir. Özcan ve Arıtürk (1965)'ün Ragab ve ark'larından bildirdiğine göre kuzuların doğum ağırlığı ve sütten kesim ağırlığı arasında yüksek genetik korelasyon mevcuttur. Kızılay (1997), bu korelasyonun orta derecede olduğunu bildirmiştir.

Akçapınar ve Kadak (1982), Akkaraman ve Morkaraman kuzuları üzerine yaptıkları bir çalışmada, doğum tipinin 90 ve 105. gün sütten kesim ağırlığı üzerine etkisini önemli, cinsiyetin etkisini ise 105. gün için önemli ve 90. gün için önemsiz bulmuşlardır.

Akmaz ve Akçapınar (1990), Konya Merinosu kuzuları üzerine yaptıkları bir çalışmada cinsiyet, ana yaşı ve doğum ağırlığının 90. gün sütten kesim ağırlığı üzerine etkisini önemli, doğum tipinin etkisini ise önemsiz bulmuştur.

Akçapınar ve ark (1992) Merinos ve Etçi ırklar x Merinos melezlerinde ana yaşının sütten kesim ağırlığı (90. gün) üzerine etkisini önemsiz, doğum tipi, cinsiyet ve doğum ağırlığının etkisini ise önemli bulmuşlardır.

Akmaz ve ark (1992), Konya Merinosu kuzular üzerinde yaptıkları bir çalışmada cinsiyet, doğum tipi ve doğum ağırlığının 45, 60, 75 ve 90. gün süttten kesim ağırlığına etkisini önemli bulurken, ana yaşını önemsiz bulmuşlardır.

Kadak ve ark (1993), bazı etçi ırklarla yerli ırkların melezlenmesiyle elde edilen genotipler üzerinde yaptıkları bir çalışmada, doğum tipi ve doğum ağırlığının 90. gün süttten kesim ağırlığı üzerine etkisini önemli, ana yaşı ve cinsiyetin etkisini önemsiz bulmuştur.

Tekin (1994), Merinos, Akkaraman ve İvesi ırklarının bazı etçi ırklar ile melezlerinde yaptığı çalışmada 100. gün süttten kesim ağırlığına ana yaşının, doğum tipi ve cinsiyetin etkisini önemsiz bulurken, doğum ağırlığının etkisini önemli bulmuştur.

Tekin ve Akçapınar (1994), Türk Merinosu ve Lincoln x Türk Merinosu melezi kuzularda, ana yaşı, cinsiyet, doğum tipi ve doğum ağırlığının 90. gün süttten kesim ağırlığı üzerine etkisini önemli bulmuşlardır.

Saatçı ve ark (2002), Welsh Mountain kuzularında 50. gün süttten kesim ağırlığına etki eden faktörlerden cinsiyet, doğum tipi ve yıl etkilerini önemli bulmuş, ana yaşının etkisini ise önemsiz bulmuşlardır.

Yılmaz ve Akmaz (2000), Konya Merinosu kuzular üzerinde yaptıkları bir çalışmada 60. günde süttten kesilmiş kuzularda cinsiyetin, doğum ağırlığının ve doğum tipinin süttten kesim ağırlığı üzerine etkisini önemli, ana yaşının etkisini ise önemsiz bulmuşlardır.

Özbey ve Akcan (2001), Morkaraman, Akkaraman ve İvesi kuzularında 30, 45, 60, 75, 90 ve 105. günlerde süttten kesilmiş kuzularda cinsiyetin 90 ve 105. günlerde, doğum tipinin 30. gün hariç bütün günlerde, ana yaşı 75 ve 90. günlerde süttten kesim ağırlığı üzerine etkisini önemli bulmuşlardır.

Aksoy ve ark (2001), Tuj ırkı kuzularda 90. gün süttten kesim ağırlığına doğum tipi, cinsiyet ve yıl etkileri önemli, ana yaşı ve doğum ağırlığı etkisini önemsiz bulmuşlardır.

Yapılan çalışmalar ışığında bir değerlendirme yapıldığında, genel olarak ana yaşı, cinsiyet, doğum tipi, yıl ve doğum ağırlığı faktörlerinin süttan kesim ağırlığını etkilediği görülmektedir.

2.5. Damızlık Değer Tespitinde BLUP'ın Kullanılması

BLUP 1949'da, C. R. Henderson tarafından seleksiyon indeksi yerine önerilmiş bir yöntemdir (Akbaş 1988, Blasco 2001). Van Vleck (1997), Charls Roy Henderson'un En Küçük Kareler (EKK) çözümlemesi ile Seleksiyon İndeksini kombine ederek bu metodu geliştirdiğini ve ilk defa American Dairy Science Association'ın yıllık toplantısında ifade ettiğini bildirmiştir.

Seleksiyon indeksi, ilk defa 1903'de Karl Pearson'un tabii seleksiyon üzerine yazmış olduğu bir makalesinde ortaya atılmıştır. Önce 1936'da H. F. Smith bitki yetiştiriciliğinde birkaç özellik üzerinde uygulamış, sonra da 1943'de Hazel hayvan yetiştiriciliğinde kullanmaya başlamıştır. BLUP fikri Henderson tarafından ilk defa ileri sürüldükten sonra 20 yıldan fazla süreyle unutulmuştur. Henderson, 1973'de BLUP'un geliştirilmiş şeklini detaylı bir şekilde açıklamış ve bundan sonra kullanım yaygınlaşmıştır (Henderson 1990, Blasco 2001).

Hayvan yetiştiriciliği için karışık model uygulamalarının BLUP'la yapılmasının güven verici olduğu bildirilmektedir. Tahmini hata varyansının küçültülmesi, damızlık seçiminde en iyisinin belirlenmesinde bir araç olarak BLUP'ın kullanılmasında hiçbir zorluğun görülmeyeceği bildirilmektedir (Gianola ve ark 1990).

Günümüzde BLUP metodu üstün özellikleri nedeni ile, tüm dünyada hayvanların damızlık değerinin tahmin edilmesinde kullanılan tek yöntem olmuştur. Önceleri süt sığırlarında yavru verimine göre damızlık boğa seçimi için geliştirilmiş bir istatistiksel metot olarak kullanılmıştır (Akbaş 1995). Daha sonra at, koyun, domuz ve diğer hayvan türlerinin yetiştiriciliğinde kullanılmaya başlanmıştır (Anonim 1999).

Verrier (2001), yapmış olduğu markır destekli bir seleksiyon çalışmasında (Marker Assisted Slection-MAS) seleksiyona tabi tutulan sürünün genetik

potansiyelini (kalıtım derecesi ve damızlık değerlerini), incelenen özellik bakımından bazı bireylerin ölçümleri olmasa da, bu bireyler için damızlık değerinin BLUP'la hesaplamının mümkün olduğunu bildirmektedir.

2.5.1. Karışık model (Mixed model)

Henderson, en küçük kareler işlemleri ile seleksiyon indeksini bir araya getirerek karışık doğrusal modelin problemlerini çözmüştür. Bunu ilk defa 1949'da American Dairy Science Association'nın yıllık toplantısında ifade etmiştir. O zamanlar New Zealand Dairy Board'ın istatistikçisi olan Shayle R. Searle'dan 1955 yılında matris cebiri yardımı almıştır. Beraber yaptıkları çalışma sonucunda Henderson'un karışık model eşitliği geliştirilmiş ve "maximum likelihood equations" olarak anılmaya başlanmıştır. Henderson, karışık model eşitliğinin hesaplanmasını matris cebiri ile yapmıştır (Van Vleck 1997).

2.5.2. En küçük kareler metodu ve seleksiyon indeksinin birleştirilmesi

Seleksiyon İndeksi, mevcut bireyleri genetik yapısına göre sıralamaya koyan doğrusal modellerden biridir. Yöntem, bireylerin birden fazla özellik için seleksiyonunda kullanıldığı gibi, bir özellik için farklı akraba bilgilerinin birleştirilmesinde de kullanılabilir. n çeşit gözlemlerin vektörü y olduğu takdirde Genel Doğrusal Model'in formülü (Van Vleck 1997);

$$y = X\beta + \epsilon \text{ dır.}$$

Burada;

y : Gözlem vektörünün varyansı

X : y'deki gözlemler ile sabit etkilerin oluşturduğu matris

β : Sabit etkiler vektörü

ϵ : Rasgele etkiler vektörü

Bu durumda y'nin ortalama vektörü $\Sigma[y] = X\beta$ ve gözlem vektörünün varyansı olan y, n x n çeşit gözlemin varyansı ($V(y) = V(\epsilon) = V$) olmaktadır. V'nin bünyesinde yer alan elemanlar arasındaki korelasyonlar için tanımlı matris bulunmamaktadır. Bu durumda β için genelleştirilmiş en küçük kareler eşitliği;

$$(\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{X})\hat{\boldsymbol{\beta}} = \mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{y} \text{ olmaktadır (Van Vleck 1997).}$$

İlk zamanlarda yeterli kapasiteye sahip bilgisayarlar olmadığından, gözlem sayısı milyonları bulan \mathbf{V} matrisinin tersini almak mümkün olamamıştır. Yukarıdaki eşitliğin $\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{X}$ kısmı hesaplanabilmiş olsa, tekrarlı (iterative) metotlar, eşitliğin çözümünde kullanılabilir. Sabit etkileri ifade eden $\boldsymbol{\beta}$ 'nin hesaplanmasında genelleştirilmiş en küçük kareler eşitliği kullanılmaktadır. $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ ise, $\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}$ 'nin en iyi doğrusal sapmasız hesaplayıcıları (Best Linear Unbiased Estimators-BLUE) olan $\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}$ 'dan elde edilmektedir. Yetiştiricilerin hesaplamak istedikleri damızlık değer için, rasgele etkilerin de bilinmesi gerekmektedir. Bu da, karışık doğrusal modelde $\boldsymbol{\varepsilon}$ içerisinde yer almaktadır. $\boldsymbol{\varepsilon}$ 'nin açılımı;

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{Z}\mathbf{u} + \mathbf{e}' \text{ dir (Van Vleck 1997).}$$

\mathbf{u} : Tahmin edilecek rasgele etkilerin vektörü (Damızlık değer vb.)

\mathbf{Z} : \mathbf{u} ile \mathbf{y} 'deki etkileri birleştiren matris

\mathbf{e} : \mathbf{u} ile ilişkilendirilmemiş rasgele etkiler vektörü, hata vektörü.

BLUP, $\Sigma[\hat{\mathbf{u}}] = \Sigma[\mathbf{u}]$ olan kısıtlama sayesinde $\Sigma[\hat{\mathbf{u}}|\mathbf{u}]$ olarak elde edilebilir. $\hat{\mathbf{u}}$ 'yu elde etmenin tek yolu aşağıdaki eşitliktir;

$$\hat{\mathbf{u}} = \mathbf{G}\mathbf{Z}'\mathbf{V}^{-1}(\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}})' \text{ dur (Van Vleck 1997).}$$

Burada $\mathbf{G}\mathbf{Z}' = \text{Cov}(\mathbf{u}, \mathbf{y})$ 'dir. Seleksiyon İndeksi Tahminleyicisi ise;

$$\mathbf{u} = \mathbf{G}\mathbf{Z}'\mathbf{V}^{-1}(\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}) \text{ şeklindedir (Jiang 1997, Van Vleck 1997).}$$

Burada sabit etkilerin vektörü olan $\boldsymbol{\beta}$, direk olarak $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ 'nin kullanımı yerine, tam olarak $\boldsymbol{\beta}$ 'nin BLUE'si ile gerçekleştirilmektedir. BLUP'ı sağlayacak sabit etkiler için ayarlama, sadece \mathbf{V}^{-1} 'yi değil aynı zamanda $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ 'nin genelleştirilmiş en küçük kareler eşitliği ile çözümlenerek sağlanması gerekmektedir. Bu işlemlerle \mathbf{V}^{-1} 'yi elde etmek çok zor, hatta gözlem sayısı fazla ise imkansız olduğu bildirilmektedir (Van Vleck 1997).

2.5.3. Henderson'un karışık model eşitlikleri

Henderson, yukarıda bahsedilen zorluğu görerek V^{-1} 'ne gerek duyulmadan $\hat{\beta}$ ve \hat{u} 'yu hesaplamamanın yollarını aramış, 1979'da böyle bir yöntem geliştirmiştir. Çok kullanışlı olmayan bu doğrusal model;

$$y = X\beta + Zu + e \text{ dir (Harville 1990, Van Vleck 1997).}$$

Tartılı en küçük kareler eşitliği ile çözüme ulaşan β ve u sabitlendiğinde eşitlik;

$$\begin{vmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z \\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}Z \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{u} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} X'R^{-1}y \\ Z'R^{-1}y \end{vmatrix} \text{ olur (Van Vleck 1997).}$$

Burada R basitçe $V(e)$ 'dir. $V(e)$, R^{-1} 'in kolay hesaplanması için genellikle bir özellik için diyagonal ve homojen ya da birden fazla özellikler için blok diyagonal bir yapıya sahip olması gerekmektedir. Henderson'un ilk formülü bir özellik için olup, iki özellik için $R = I\sigma^2$ ve σ^2 'in homojen olması gerekmektedir. Bu durumda eşitlik "olağan en küçük kareler eşitliği" diye adlandırılmıştır. Bu eşitlik;

$$\begin{vmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{u} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} X'y \\ Z'y \end{vmatrix} \text{ Şeklindedir (Van Vleck 1997).}$$

Genel formül G^{-1} eklenmesiyle elde edilmiştir. Burada G^{-1} , $G = V(u)$ olduğunda en küçük kareler eşitliklerinin $Z'R^{-1}Z$ bloğuna eklenir (Van Vleck 1997):

$$\begin{vmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} & \mathbf{Z}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}+\mathbf{G}^{-1} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \hat{\boldsymbol{\beta}} \\ \hat{\mathbf{u}} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{y} \end{vmatrix}$$

Burada \mathbf{G} , \mathbf{u} 'nın kovaryans matrisidir. $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ 'nın sabit etkiler vektörüne göre genelleştirilmiş en küçük kareler ile hesaplanmış değerlerdir (BLUE) ve $\hat{\mathbf{u}}$ 'nın rasgele etkiler vektörüne göre damızlık değeridir (BLUP). Eşitlik ise "Henderson'un Karışık Model Eşitliği" olarak adlandırılmıştır (McCulloch 1994, Van Vleck ve Boldman 1995, Van Vleck 1997, Carabano ve ark. 1988).

BLUP'la damızlık değeri ve varyans unsurlarının hesaplanmasında çeşitli modeller kullanılmaktadır. İlk olarak sığırcılıkta babaların genetik değerlendirilmesinde kullanılmış, daha sonra popülasyondaki tüm bireyleri kapsayacak şekilde modeller geliştirilmiştir. Şu anda bilinen dört model bulunmaktadır. Aşağıda açıklanan modelden ilk ikisi seleksiyon çalışmalarında daha sık kullanılmaktadır.

2.5.4. BLUP modelleri

2.5.4.1. Baba modeli (Sire model)

Bu model, ilk geliştirilen model olup süt sığırcılığında damızlık boğa seçiminde kullanılmıştır. Dengesiz veri durumunda da genetik etkilerle çevresel etkileri eş zamanlı olarak tahmin edebildiği için suni tohumlama boğalarının seçiminde etkin olarak kullanılmaktadır (Dempfle 1990, Brash ve ark 1992, Van Vleck ve ark.1995, Akbaş 1995, Saatçı 1998, Kumlu 1999).

Baba modeli, babaların eklemeli genetik değerini hesaplamada kullanılmaktadır (Yavru testi). Özellikle dişilerde incelenen özellikler bakımından babaların genetik potansiyelini belirlemede yavru testi çok kullanışlı bir metottur. Yavrunun, ebeveynlerden her birinin genetik potansiyelinin rasgele bir yarısına sahip olduğu genetik yaklaşımına dayanan bir metottur ($G_{yavru} = 0,5G_{baba} + 0,5G_{ana} + \text{hata}$). Modelde anaların, popülasyondan alınan rasgele örnekler olduğunun kabul edilmesiyle ana etkisinin artan yavru sayısıyla her baba için eşit olduğu kabul

edilmektedir. Eşitlikte yer alan hata terimi artan n sayısına bağlı olarak, ortalaması sıfır olan rasgele hataları açıklamaktadır (Akbaş 1994).

Bu model,

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + s_j + e_{ijk} \text{ dir}$$

Burada,

μ : Beklenen ortalama

β_i : Sabit etkiler

s_j : $s_A^2 / 4$ varyanslı rastgele baba etkisi.

e_{ijk} : Hata terimidir.

Populasyon ortalaması olan μ değerinin sabit ve bilinmiyor olması durumunda; tesadüfi etkili olan boğa ile hata etkilerinin ortalaması sıfır, varyansları sırayla σ_s^2 ve σ_e^2 , birbirleriyle ilişkileri (kovaryansları) sıfır olduğu kabul edildiğinde; modelde beklenen değerler, varyanslar ve kovaryans değerleri aşağıda görülmektedir (Kumlu 1999):

$$\Sigma(y_{ijk}) = \mu$$

$$\Sigma(s_j) = 0; \quad \Sigma(s_j^2) = \sigma_s^2 = 1/4h^2 \sigma_y^2$$

$$\Sigma(e_{ijk}) = 0; \quad \Sigma(e_{ijk}^2) = \sigma_y^2 - \sigma_s^2 = (1-1/4h^2) \sigma_y^2$$

$$\text{Kov}(s_j, e_{ijk}) = 0$$

Burada σ_s^2 baba bir üvey kardeşler arasındaki benzerliğin (kovaryansın) ölçüsüdür. Bu nedenle, babalar arasındaki eklemeli genetik varyansın 1/4'üne eşittir (Kumlu 1999).

Baba modeli, baba bir üvey kardeş benzerliğine dayanan damızlık değer hesaplamalarında aşağıdaki varsayımların gerçekleşmesi halinde kullanılabilir (Kumlu 1999).

- Boğalar, populasyonu temsil eden bir grup anayla tesadüfen çiftleştirilmiş ise,

- Her bir ananın değerlendirmeye alınan yalnızca bir yavrusu var ise,
- Analar birbirleriyle akraba değilse,
- Yavruya ait yalnızca bir verim kullanılmaktaysa.

2.5.4.2. Birey modeli (Animal model)

Damızlık değer hesaplamalarında son yıllarda en yaygın kullanılan model olan birey modeli çeşitli özelliklere sahiptir. Bunlardan en önemlisi, bütün hayvanları ve ortak ataları hesaba katmasıdır. Modelde bireylerin değeri baba ve ana etkisi yerine kendi genetik değeri üzerinden açıklanmaktadır (Dong ve Van Vleck 1988, Meyer 1992, Akbaş 1994, Sakul ve Kellom 1996, Saatçı 1998, Saatçı ve ark 2002, Kumlu 1999).

Bu model ile, sadece damızlık baba (koç, boğa vb) adaylarının değil, damızlık ana (koyun, inek vb) adaylarının da damızlık değerleri tahmin edilebilir (Kumlu 1999).

Hayvanların kendine ait verimlerinin olması şart değildir. Akrabalarına ait verim kayıtları bulunması halinde, kendilerine ait verim kayıtları olmasa da damızlık değeri tahmin edilebilir. Bunun için, popülasyondaki hayvanlar arasında akrabalık ilişkilerinin bilinmesi gereklidir (Saatçı 1998, Kumlu 1999).

Model, hayvanlara ait gerçek verim yeteneğini de tahmin edebilmektedir. Bunun için, tekrarlanan verim kayıtlarının bulunması gereklidir (Kumlu 1999).

Birey modelinin formülü şöyle gösterilmektedir;

$$Y_{ijk} = E_i + A_j + e_{ijk} \text{ dir (Saatçı 1998).}$$

Burada,

Y_{ijk} : i. sabit etkinin ve j. rasgele etkinin etkilediği bireyin fenotipik değeri

E_i : i. sabit etki

A_j : j. rasgele etkidir

e_{ijk} : Hata terimidir.

Birey modeli, gerçekte birçok modelden oluşmaktadır. Bu modellerin genel özelliği, sürü, bölge veya ülkedeki tüm hayvanlarını eş zamanlı olarak değerlendirilebilmesidir. Birey modeli tekrarlanan kayıtları, birden fazla özelliğin değerlendirilmesini, eklemeli olmayan genetik etkileri, anaya ait genetik etkileri ve bir dizi çevresel etkiyi dikkate alabilmektedir (Akbaş 1994).

2.5.4.3. Diğer modeller

Çok kullanılan bu iki modelin dışında BLUP içerisinde iki model daha vardır. Bunlar yavruların kayıtlarına bakılarak ana ve babaların damızlık değerlerini hesaplayan “Baba ve Ana” modeli ve bütün babalar ve sahip oldukları yavrularının ya da kızlarından elde edilen torunlarının verilerine bakılarak, babaların ya da ana tarafından büyük babaların damızlık değerlerini hesaplayan “Baba ve Maternal Büyükbaba” modelidir (Van Vleck ve ark.1995, Saatçı 1998). Bu iki modelin detayına girilmemiştir.

2.5.5. REML metodu

BLUP hesaplamalarını REML ile sapmasız olarak hesaplamak mümkündür (Hill 1990). REML metodu S. R. Searle ve arkadaşları tarafından ana hatları ile ortaya konulmuştur (Saatçı 1998). Boldman ve Van Vleck (1995) ise Cunningham ve Henderson’un 1968’deki bir yayında daha sonra REML olarak bilinecek olan sabit etkilerin ve varyansların hesaplanması için bir iteratif prosedürü tanıttıklarını, 1971’de de Patterson ve Thompson’un REML’i geliştirdiğini bildirmiştir.

Smith ve Graser (1986) daha sonra Graser ve ark (1987), türev almaksızın (Derivative Free) REML hesaplamalarını yapan bir model geliştirmiştir (DFREML). Karin Meyer de bu metotla hesaplama yapan bilgisayar programını geliştirmiştir. Boldman ve Van Vleck, Misztal’ın spars matris tekniği ile çözümünü, Choleski Faktörizasyonunu temel alarak yapmışlar ve SPARSPAK tekniğini geliştirmişlerdir.

Kanonik transformasyon (canonical transformation) tekniği eklenerek multi trait analysis çözümlerine imkan sağlanmıştır. Karin Meyer (1991) ise Choleski Faktörizasyonu yerine Gaussian Eliminasyonu (GE) tekniğini kullanarak çözümler yapmıştır. Paket programla çözümlerlerde GE ile daha yeterli sonuçlar alınmış ve

hesaplama hızı SPARSPAK tekniğinin hızına yakın olmuştur (Misztal 1994, Boldman ve Van Vleck 1995, Van Vleck ve Boldman 1995).

REML, hayvanlara ait dengesiz veriler için (ko)varyans unsurlarının hesaplamalarında genellikle düşünölen en iyi metot olduğu, hesaplamalar, eklemeli genetik etkinin bir rasgele etki gibi özelleştirildiği bir birey modeli altında yapılmaktadır. Maternal genetik etki gibi birkaç rasgele etkiyi ve çevre etkisini dikkate alan birey modeli için REML'in büyük bir kolaylık sağladığı bildirilmektedir (Knuiman ve Laird 1990, Boldman ve Van Vleck 1995, Elzo ve ark 1997, Saatcı 1998).

REML'in varyans unsurlarının hesaplanmasında diğer metotlara alternatif olabilmesinin nedeni güvenli ve daha ayrıntılı istatistikler vermesidir (Lele ve Taper 2002). Ayrıca varyans analiziyle yapılan hesaplamalarda nadiren de olsa varyans komponentleri negatif çıktığından dolayı kalıtım derecesi de negatif çıkabilmektedir. Kalıtım derecesi 0 ile 1 arasında değiştiiğinden negatif değerli kalıtım derecesi anlamsız olmaktadır. Halbuki REML hesaplamalarında kalıtım derecesi her zaman pozitif olarak hesaplandığı bildirilmektedir (Ünalın ve Cebeci 2000).

Herhangi bir damızlık sürünün birey sayısı yeterli ve pedigrileri de biliniyorsa, akraba hayvanların kayıtlı bilgilerinden kalıtım derecesi hesaplanabilmektedir. Varyans unsurlarının ve genetik parametrelerin hesaplanmasında bütün verilerin değerlendirilebilmesi için bu bir avantajdır. Bütün bireylerin kendi fenotipik değerlerine bakılarak en yüksek olabilirliği veren varyans unsurlarını hesaplamaktadır (Harville ve Callanan 1990, Thompson 1990a, Saatcı 1998).

Doğrusal modellerde varyans unsurları ve genetik parametreleri birçok metotla hesaplanabilir. Yaygın olarak kullanılan metotları Henderson'un metotları (Henderson I, II, III vs), Paterson ve Thompson'un geliştirdiği REML ve Rao'nun geliştirdiği MIVQUE (Minimum Variance Quadratic Unbiased Estimator) olarak sıralanabilir (Smith 1990, Akbaş ve ark 1993).

Dikey desenler (orthogonal designs) için varyans analizi metotlarını indirgeyerek varyans unsurlarını hesaplayan en gözde metodun REML olduğu bildirilmiştir (Thompson 1990a).

Dağılımları bilinmeksizin, gözlenmeyen rasgele değişkenlerin tahmini için ileri sürülen yaklaşım, tek boyutlu bir integralin bilgisayarla hesaplanmasını içermektedir. Karışık model eşitlikleri ıslah değeri (eigenvalue) ve ıslah vektörleri (eigenvector)'ne ilişkin olarak yeniden düzenlenebilir (Graser 1990).

Akbaş ve ark (1993)'ın Beaumont'tan bildirdiğine göre, kalıtım derecesinin nispeten yüksek düzeylerinde (ör: 0.40) Henderson-1 ve REML metotları birbirine yakın sonuç vermektedir. Buna karşılık, aynı çalışmada REML metodu 0.10'luk kalıtım derecesini sapmasız olarak ve 0.01 hata ile, Henderson-1 ise 0.02 sapmalı ve 0.05 hata ile hesaplamıştır.

Seleksiyon uygulanması durumunda metotlar hesaplama güçlerini değiştirmektedir. Akbaş ve ark (1993)'ın Henderson ve Kennedy (1990)'den bildirdiğine göre, REML ve MIVQUE hesaplamaları seleksiyon ve ayıklamadan etkilenmemektedir ve gerçeğe çok yakın fenotipik ve genetik korelasyon hesaplamaları yapmaktadır.

Rao ve Heckler (1997) simülasyonla, akrabalık ihmal edilerek elde ettiği dengeli ve dengesiz verilerle varyans unsurlarını ANOVA, ML (Maximum Likelihood), REML, MIVQUE ile hesaplamış ve kendisinin geliştirmiş olduğu WAM (Weighted Analysis of Means) metodu sonuçları ile karşılaştırmıştır. Dengeli verilerde MIVQUE ve WAM sonuçları, her ikisinin de sapmaları (biases) ve MSE (Mean Square Error)'leri ANOVA'ya yakın değerler almıştır. Varyansları negatif olduğunda ise ANOVA'daki sapmaların MSE'leri REML'la benzerlik göstermiştir. Dengeli ve dengesiz verilerde ML'nin MSE'leri ANOVA ve REML'inkilerden daha düşük olduğu halde sapması daha büyük çıkmıştır.

Searle (1997) ise kısa zaman serileri için REML'in, ML'den daha az sapma gösterdiğini ifade etmektedir. Bu nedenle de regresyon parametrelerinin hesaplamalarında daha çok tercih edildiğini bildirmektedir. Thompson (1990b) da REML ile ML'nin genel olarak benzer olduklarını, fakat ML'nin genetik varyans hesaplamasının sapmalı olduğunu ifade etmiştir.

Akbaş ve ark (1993), tavuklarda yumurta verimi özelliklerine ait varyans unsurlarını hesaplariken, Henderson-III, ML, REML ve MIVQUE yöntemlerini kullanmış ve aralarında bir fark bulamamıştır. Bunun sebebi olarak, verilerin dengeli olmasını ve serbestlik derecesinin yüksek olmasını göstermiştir. Aynı şekilde, dört metotta da babalar arası varyansı aynı çıkmıştır. Bunun aynı sebeplerden kaynaklandığı ifade edilmiştir. Verilerin dengesiz olması durumunda Henderson-III'ün REML ve MIVQUE ile aynı sonucu vermemesi gerektiği ifade edilmiştir. Hata varyansları bakımından ML, bir özellik için farklılık göstermiş ve diğer özellikler yönünden metotların benzer olduğu gözlenmiştir.

Yukarda bahsi geçen metotlardan daha üstün olması nedeniyle genetik parametrelerin tahmininde REML'a olan teveccüh artmaktadır. Varyans unsurlarının hesaplanmasını REML'la yapan programlar geliştirildikçe kullanımı da yaygınlaşmaktadır.

Süt ineklerinde süt ve yağ verimleri için genetik parametrelerin hesaplanması ile ilgili varyans unsurlarının ve kalıtım derecesinin, yaşama gücü ve buzağılama aralığı özellikleri arasındaki (ko)varyansın, büyüme özelliklerini dikkate alarak direkt ve maternal genetik korelasyonların hesaplanması REML'la yapılmıştır (Meyer 1992, Carabano ve ark 1988, Dong ve Van Vleck 1988).

Brash ve ark (1992) ve Saatçı (1998), koyunlarda canlı ağırlık ve derialtı yağ kalınlığının ultrasonik ölçümlerinin genetik ve fenotipik (ko)varyansları ve kalıtım derecesini, Saatçı ve ark (2002) embriyo transferinin, donor - taşıyıcı anaların ve çevre faktörlerinin kuzularda süttten kesim ağırlığına etkilerini hesaplariken REML'ı kullanmışlardır. Yine Rosati ve ark (2002)'nin koyunlarda dölverimi üzerine yapmış olduğu bir çalışmada varyans unsurlarını REML'la yapmışlardır.

Ünalın ve Cebeci (2000), keçilerde doğum, süttten kesim ve 6. ay canlı ağırlıklarına ait kalıtım derecelerini, genetik ve fenotipik korelasyonları hesaplariken REML'ı kullanmışlardır.

Diğer hayvan türleri üzerinde de benzer çalışmalarda ya da türe has özelliklerin kalıtım dereceleri ve varyans komponentleri REML'la hesaplanmaktadır. Markır çalışmalarında, kalıtsal kusurların isidensinin kalıtım derecelerinin hesaplanmasında da yine REML kullanılmaktadır (Sakul ve Kellom 1996, Verrier 2001),

2.5.6. BLUP hesaplamalarında kullanılan bazı bilgisayar programları

BLUP hesaplamalarında elle hesaplamaya imkan vermeyecek kadar matrisler kullanıldığından ve çok fazla işlem gerektirdiğinden konuya özel bilgisayar programları yapmayı elzem kılmıştır. Elde edilen her teorik gelişim artık kısa sürede bilgisayar yazılımına aktarılabilir. Sürekli olarak bilgisayar teknolojisinin gelişmesi, çalışmaların hızını ve boyutunu artırmıştır (Misztal 1994, Akbaş 1998).

Konu ile ilgili olarak pek çok bilgisayar yazılımı mevcuttur. Hayvan yetiştiriciliğine yönelik yazılımlar farklı istatistik ve genetik modellerin verilere uyumunu gerçekleştirerek, varyans unsurlarını, kalıtım derecesini ve kalıtım derecesi ile özellikler arası fenotipik, genetik ve çevresel korelasyonları hesaplamaktadır. Bunun yanında bireylerin genetik kapasitesinin bir ifadesi olan damızlık değerleri de hesaplanabilmektedir (Van Vleck ve ark 1995, Akbaş 1998, Meyer 1998).

Halen kullanılmakta olan bazı programlar şunlardır:

2.5.6.1. LSMLMW (Least Squares Maximum Likelihood Mixed and Weighted)

Hayvanlardan elde edilen verilerin değerlendirilmesi için geliştirilmiş ilk program Walter Harvey'in geliştirdiği programdır. Bu program, 1960'dan beri kullanılan en eski ve en yaygın programdır. Programın mainframe makinelerde kullanılan eski versiyonları yanında 1987'de PC-1, 1990 yılında ise PC-2 versiyonu kullanıma sunulmuştur. FORTRAN IV programlama dili ile yazılmıştır. Eski versiyonlar özel, karmaşık ve detaylı parametre kartlarının hazırlanmasını gerektirmekteydi. Bu sorunlar son versiyonlarda PARMCARD ara programı ile giderilmiştir. Veri ve model tanımlamaları SAS istatistik programının GLM tanımlamalarına benzer hale getirilmiştir. Birçok kısıtlamaya sahip olan programın

kullanımı, daha esnek ve güçlü programların geliştirilmesi ile büyük oranda kolaylaştırılmıştır. Program 9 model üzerinden hesaplamaları yapmaktadır. Son iki model son versiyonlara ilave edilmiştir. MIXMDL programı ile uygulanan Model 8 ve Model 9'da Henderson'un karışık model eşitlikleri kullanılarak BLUP, sabit etkilere ait BLUE hesaplamaları yapılırken, varyans unsurlarının MINQUE ve uygun tanımlamalarla REML tahminlerine ulaşılır. (Misztal 1994, Akbaş 1998).

Program bazı kısıtlamalara da sahiptir. Örneğin sabit etki düzeyleri sayısı 99'u, bağımlı değişken sayısı 35'i geçmemelidir. Bağımlı değişken sayısı 35'e yaklaştıkça sabit etki düzeyleri toplamının 70'ler düzeyine gerilediği unutulmamalıdır. Rasgele etki düzeyleri bakımından ilk yedi modelde bir kısıtlama yok iken, model 8 ve 9'da 150 kısıtlaması vardır. Ayrıca son iki modelde sabit etki düzeyleri ile rasgele etki düzeyleri toplamı 172'yi aşmamalıdır. Parametre tanımlamaları ve verilerin ayrı dosyalarda bulunması program gereği istenmektedir. Sadece batch olarak çalıştırılabilen programın sonuçları, ismi bildirilen sonuç dosyasına yazdırılmaktadır. Kısıtlamalara uygun veri setlerinde genetik parametre ve damızlık değerleri hesaplamaktadır (Akbaş 1998).

2.5.6.2. DFREML (Derivative Free Restricted Maximum Likelihood)

Program, Karin Meyer tarafından FORTRAN77 programlama dili kullanılarak yazılmıştır. Birey modeli altında varyans ve kovaryans unsurlarını REML ile hesaplamaktadır. REML'deki olabilirlik (Likelihood) fonksiyonunun türevini almaksızın (Derivative Free) yaptığı en yüksek derece (Maximum) ile gerçekleştirmektedir. İlk versiyon univariate analizleri gerçekleştirebilmekte idi. İkinci versiyonda hesaplama teknikleri iyileştirilmiş, multivariate analizlere yer verilmiş, damızlık değer hesaplamaları için seçenekler konulmuş ve kullanımının daha kolay gerçekleşmesi sağlanmıştır. Üçüncü versiyon FORTRAN90 ile yazılmış olup UNIX ve DOS ortamlarında çalışmaktadır. Önceki versiyona ilaveten bu versiyonda AIREML (Average Information Resricted Maximum Likelihood) hesaplaması da yapmaktadır. Hesaplanacak kovaryans matrisinin Colesky parçalanması tercih olarak sunan program, tekrarlı ölçümlerin kovaryans fonksiyonlarını "Random Regresyon Model" ile hesaplamaktadır (Akbaş 1998, Meyer 1998, Saatçı 1998).

Birey Model'i üzerine kurulu bu program varyans unsurlarının yanı sıra kalıtım derecesi ve genetik korelasyonların hesaplanmasını yapabilmektedir. Program on model üzerinden hesaplama yapmaktadır. Ayrıca belirli bir grubu etkileyen ortak çevre etkilerini, modeldeki diğer rasgele etkilerle ilişkili olmayan ek bir rasgele etki (Uncorrelated Additional Random Effect) şeklinde dikkate alır. Her bireye ait tanımlanabilen ikinci rasgele etki ise uygun kovaryans tanımlamaları ile ana özel etkisi, ana-baba genetik etkisi, tekrarlı ölçümlerde bireye ait kalıcı çevre etkisi veya dominans etki olabilmektedir (Misztal 1994, Akbaş 1998, Meyer 1998).

Program kendi alanında en yaygın kullanılan programlardan birisidir. Varyans unsurlarının önemliliğini "Likelihood Ratio" ile test etme özelliğine sahiptir. "Batch" olarak çalıştırılabilen program, iteratif çalıştırmada sunduğu "default" seçeneği ile kullanıcıya yardımcı olmaktadır (Misztal 1994, Akbaş 1998).

2.5.6.3. PKREML

Karin Meyer'in baba modeline yönelik olarak geliştirdiği programdır. Karışık model eşitliklerini ve REML'ı kullanarak genetik parametre ve babalara ait damızlık değerleri hesaplamaktadır. Babaları, test edilmiş (Proven) ve test edilmemiş (young) olarak tanımlama şansı vermektedir. Tercihen hesaplamalarda babalara ait akrabalıkları da dikkate alabilmektedir (Akbaş 1998).

2.5.6.4. PEST (Predict Estimation)

Geniş bir model uygulamasında multivariate analizleri gerçekleştirebilen, sabit etkilerin BLUE, rasgele etkilerin BLUP hesaplamalarını yapan bir yazılımdır. Birey, baba ve baba-ana modellerini uygulayabilmektedir. Her özellik için farklı desen matrisi tanımlamayı desteklemekte, eksik gözlem ve heterojen hata varyanslarını dikkate almaktadır. Faktör ve düzeylerinin sayısında bir kısıtlama yoktur. Katsayılar matrisinin yapısına göre hafızayı ve/veya iterasyon tekniklerini kullanarak beş farklı çözüm tekniğini desteklemektedir. Sabit ve karışık modeller için univariate ve multivariate hipotez testleri de uygulayabilmektedir (Misztal 1994, Akbaş 1998).

E. Groeneveld, M. Kovac ve T. Wang, FORTRAN77 program dilini kullanarak PEST'i meydana getirmişlerdir. Büyük veri setlerinde de kullanılabilen ve farklı veri giriş formatlarına izin veren bir programdır. Diğer programlara göre daha kolay bir programdır (Misztal 1994, Akbaş 1998, Saatçı 1998).

Akbaş (1998)'ın bildirdiğine göre eksik gözlem tanımlama ve sürekli yapı gösteren özelliklerde skala değişikliği yapma şansı da veren program, Cholesky veya konik transformasyon teknikleri ile hesaplamaları hızlandırmaktadır.

2.5.6.5. VCE (Variance Component Estimation)

FORTRAN77 programlama dili kullanılarak E. Groeneveld tarafından geliştirilmiştir. Varyans unsurları hesaplanması yapan program tek başına kullanılabilirdiği gibi, veri düzenlemelerinde PEST programı ile birlikte çok daha başarılı çalışmaktadır. Eşitliklerin çözümünde Cholesky yaklaşımını kullanmaktadır. Downhill-Simplex veya Quasi-Newton algoritmaları kullanılarak likelihood fonksiyonunun optimizasyonu sağlanmıştır. Her model ve veri setine göre UNIX ortamında değiştirilip çalıştırılabilen bir programdır. VCE ile çalışabilen bazı modeller PEST'te de yer almaktadır (Misztal 1994, Akbaş 1998, Saatçı 1998).

2.5.6.6. ABTK (Animal Breeder's Tool Kit)

FORTRAN veya C gibi herhangi bir programlama dili bilmeden, doğrusal eşitlik sistemlerini çözebilmeleri amacı ile ıslahçılar tarafından yazılan programdır. Diğer programlardan yapısı farklıdır. ABTK karmaşık işlemleri kısa tanımlamalarla gerçekleştirebilen bir araç (toolkit) program konumundadır. C dili kullanılarak UNIX ortamında çalışan yeni versiyonu geliştirilmiştir. Büyük veri setleri ile çalışmada kolaylık sağlayan araçlara sahiptir. Programın çalıştırılabilmesi, UNIX ortamında uzman olmayı ve karışık model hesaplamalarını detayları ile bilmeyi gerektirir (Misztal 1994, Akbaş 1998).

2.5.6.7. DMU (Denmarks Miljøundersøgelser-Danimarka Milli Çevresel Araştırma Ünitesi)

Multivariate karışık doğrusal modellerin çözümü için J. Jensen ve P. Madsen tarafından oluşturulmuştur. IBM, UNIX ve PC versiyonları bulunmaktadır.

FORTRAN77 program dili ile yazılmış olup, programda dosya isimleri ve sayılardan oluşan parametre dosyası zor tanımlanmaktadır. Bu olumsuzluklar diğer olumlu özellikleri ile belirli ölçüde kapatmaktadır. Programda, baba ve birey modelleri uygulanabilmektedir. Hesaplamaların en iyi hızda gerçekleşmesi için dört farklı sparse matris programı sunulmaktadır. Varyans unsurlarını hesaplamada Newton-Rapson maksimizasyonu kullanılmaktadır. Derivative-Free yaklaşıma göre bu yüzden çok daha hızlı sonuca ulaşmaktadır (Misztal 1994, Elzo ve ark 1997, Akbaş 1998, Anonim 2003).

2.5.6.8. JAA, MTC ve JSPFS

Ignacy Misztal'ın, FORTRAN77 program dili ile hazırlamış olduğu JAA ve MTC programlarını kendi çalışmalarında kullanmak üzere geliştirdiği bir programdır. JAA, karışık model eşitliklerini "second order Jakobi" tekniği ile veriler üzerinden iterasyon uygulayarak çözmektedir. Boyutu küçük bir program olmasına rağmen birey modelini büyük veri setlerinde uygulayabilmektedir. Modeldeki faktörlerin sayısı kadar veri setini her iterasyonda okumaktadır. Veri setinin sıralı olmasını gerektirmeyen program, her iterasyonda bir kez pedigree dosyasını okumaktadır. İlk okuma sonrası okuma işlemlerini hızlandırmak için dosyalar "binary" formda yazdırılmaktadır. Parametreler iteratif olarak veya dosyadan tanımlanabilmektedir.

MTC programı ise EM algoritması ile kanonik transformasyon tekniklerini kullanarak REML hesaplamaları yapmaktadır. JAA anasal etkiyi hesaplamamaktadır. MTC anasal etkiyi hesaplamadığı gibi eksik gözlemleri de desteklemez. Diğer programlara göre her iki program da iyi bir dokümana sahip değildir (Misztal 1994, Akbaş 1998).

Ignacy Misztal'ın, JAA ve MTC dışında karışık modellerde sparse tekniği ile birey modelinde tek özelliğe ait REML hesaplamalarını veren, veri şekli JAA ile aynı olan JSPFS programı da vardır (Akbaş 1998).

2.5.6.9. QUERCUS

Ruth Show ve Frank Show tarafından yazılmış olan bu program kantitatif genetik verilerin analizinde kullanılmaktadır. Multivariate analizlerde ML ve REML hesaplamaları yapmaktadır. Eklemeli genetik, dominans, maternal, paternal ve hata varyansları ile multivariate verilerde kovaryans ve varyans unsurlarını 6 model üzerinden hesaplamaktadır (Akbaş 1998, Anonim 2002).

2.5.6.10. ASREML

A. R. Gilmor tarafından yazılmış olan bu program 1996'da kullanıma sunulmuştur. Genel doğrusal karışık modellerde REML ile varyans unsurlarını hesaplamaktadır. Genetik analizlerle birlikte farklı sahadan (ormancılık gibi) verileri de analizleyebilmektedir. "Average information" alogaritması ile sparse matris tekniklerini kullanarak büyük boyutlu karışık model eşitliklerinde hesaplama etkinliği artırılmıştır (Akbaş 1998, Saatçı 1998).

2.5.6.11. MTGSAM (Multiple Trait Gibbs Sampling in Animal Model)

C. P. Van Tassel ve L. D. Van Vleck tarafından geliştirilen program "Gibbs Sampling" yaklaşımını kullanarak birey modeli altında varyans unsurlarını hesaplamak için geliştirilmiş bir dizi programdan oluşmaktadır. Programın ara yüzü MTDFREML ile benzer olup bir çok programı ortak olarak kullanmaktadır.

Eksik gözlemlere izin veren bu program varyans unsurları, kalıtım derecesi, sabit, rasgele etkiler ve kontrastlara ait hesaplamalar yapmaktadır. Program kaydı bulunmasa bile pedigrinde bulunan bireylere ait eklemeli etkileri dikkate almakta, her özellik için bir adet "ek ilişkili rasgele etki" ile çok sayıda "ilişkisiz rasgele etki" tanımlamasına izin vermektedir. Sabit etki ve kontrastlar her etki için ayrı ayrı tanımlanabilmektedir (Akbaş 1998).

2.5.6.12. MTDFREML (Multiple Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood)

Birey modeli altında DFREML tekniğini kullanarak genetik varyans ve kovaryansları hesaplamak için Boldman, Kriese, Van Vleck, Van Tassell ve

Kachman tarafından FORTRAN77 program dili ile yazılmıştır (Misztal 1994, Kachman 1995, Kriese ve ark 1995, Elzo ve ark 1997, Akbaş 1998, Saatçı 1998).

Programın ticari versiyonu SPARSPAK yanında ticari olmayan FSPAK da mevcuttur. FSPAK Misztal ve Perez-Enciso tarafından geliştirilmiştir. Kachman'ın karışık model eşitliklerindeki düzenlemeleri de içeren program M. A. Elzo tarafından geliştirilmiştir (Kriese ve ark 1995).

Özel kodlarla eksik gözlemlerin tanımlanmasına izin veren program, tekrarlı ölçümlerden elde edilen tekli, ikili ve çoklu özelliklerde birey modelini uygulayabilmektedir. Program sabit etkilere ait çözümleri, damızlık değerleri ve ilişkili olmayan rasgele etkileri hesaplamakta, çözümlere ve kontrastlara ait örnekleme varyanslarını da vermektedir. Pedigrinde olup kaydı bulunmayan ebeveyn ve diğer akrabaların eklemeli genetik etkilerini de dikkate almaktadır. Her özellik için eklemeli genetik etki dışında, anaya ait olan "anasal genetik etki" gibi bir adet "ek ilişkili rasgele etki" ve çok sayıda "ilişkisiz rasgele etki" tanımlama şansı vardır. Kesikli ve sürekli sabit etkiler ile ilişkisiz rasgele etkiler, her özellik için ayrı ayrı tanımlanabilmektedir (Akbaş 1998, Kriese ve ark 1995).

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Materyal olarak, Konya Hayvancılık Araştırma Enstitüsü'nde yetiştirilen, Konya Merinosu kuzularına ait 1997-2002 yılları arasındaki büyüme kayıtları değerlendirmeye alınmıştır. Araştırmada doğum ağırlıkları ve sütten kesim ağırlıkları bilinen toplam 1167 kuzuya ait veriler incelenmiştir. Kuzuların doğum tipine göre dağılımı 393'ü ikiz, 774'ü tek; cinsiyete göre dağılımı 586'sı erkek, 581'i dişi; yıllara göre dağılımı 1997'de 70, 1998'de 245, 1999'da 192, 2000'de 238, 2001'de 124, 2002'de 298 şeklinde olmuştur.

3.2. Metot

Araştırmada, kuzuların sütten kesim ağırlığına ait varyans unsurları ve bireysel olarak damızlık değerleri BLUP ve ANOVA istatistik metotları kullanılarak hesaplanmıştır.

3.2.1. Ham verilerin düzenlenmesi

Araştırmada 10 ile 69 arasında kuzuya sahip 42 baş koça ait kuzuların verileri kullanılmıştır. Koç başına düşen ortalama kuzu sayısı 22 olmuştur. Kalıtım derecesinin güvenilirliği açısından çalışmaya 10'dan az kuzuya sahip koçlar alınmamıştır.

Bahsi geçen koçlar ile tohumlanan 494 koyuna ait kulak numarası ve yaş kayıtları alınmıştır. Koyun başına düşen kuzu sayısı 1 - 9 arasında değişmiş ve ortalama 2.36 olmuştur.

Kurum kayıtlarından ve daha önce yapılmış olan araştırma projelerinden (Akmaz ve ark 1999, Tekin ve ark 2001) derlenen veriler titiz bir şekilde bilgisayar ortamında birleştirilmiş ve düzenlenmiştir.

Projede planlanmasına rağmen, 1997 yılından öncesine ait verilere tam olarak ulaşılamadığından çalışmaya dahil edilememiştir. Diğer yıllara ait kayıtlardan da pedigree ve verim kayıtları tam olanlar araştırmaya dahil edilirken, eksik verisi bulunan bireyler alınmamıştır.

MTDFREML programında kullanılan verilerde prensip olarak kuzu numarası ana ve babasının numarasından daha büyük olması gerekmektedir. Bu sebeple aslını elimizde tutmak kaydıyla kuzu numaraları değiştirilmiştir. Program DAT uzantılı dosyaları işleyebildiği için veriler MINITAB paket programının 12.1 versiyonunun yardımı ile bu tip dosyalara dönüştürülmüştür.

3.2.2. Verilerin analizinde kullanılan yöntemler

Bu araştırmada, kuzuların damızlık değerini hesaplamak için iki yöntem kullanılmış ve karşılaştırılması yapılmıştır.

3.2.2.1. BLUP metodu

BLUP terimi, Best Linear Unbiased Prediction kelimelerinin kısaltılması ile elde edilmiştir. Best, herhangi bir hayvan için analiz sonucunda tahmin edilen değer ile, bu hayvanın gerçek damızlık değeri arasındaki farkın minimum olduğunu (dolayısı ile en iyi tahmin) göstermektedir. Linear, hayvanın tahmin edilen damızlık değeri için gözlemlenen kombinasyonların doğrusal bir fonksiyon olduğunu ifade etmektedir. Unbiased, sabit etkilerin ve damızlık değer tahmininin sapmasız olduğunu göstermektedir. Prediction, tahmin etme demektir (Akbaş 1994).

Metot, bütün akrabalık ilişkilerini içeren akrabalık matrisinin oluşturulmasında pedigrileri kullanmaktadır. Birey sayısı arttıkça matrisler elle hesaplamayı imkansız hale getirecek kadar büyük olmaktadır. Bu nedenle hesaplamaların bilgisayarda yapılması elzem olmuştur. Günümüzde bu metodu kullanarak damızlık değer hesaplamaları yapan paket programlar geliştirilmiştir.

BLUP metodunun uygulandığı çok sayıda paket program bulunmaktadır ve bu programların hemen hemen hepsi MS-DOS ortamında çalışmaktadır. Bu çalışmada, yukarıda bahsi geçen programlardan MTDFREML paket programı kullanılmıştır.

MTDFREML, Multiple Trait Derivative-Free Restricted Maximum Likelihood terimlerinin kısaltılması olup "Multiple Trait", bir veya birden fazla özellik; "Derivative-Free", türevsiz; "Restricted", kısıtlanmış; "Maximum Likelihood", maksimum olabilirlik anlamına gelmektedir.

MTDFREML, yazılımı tamamen FORTRAN77'de gerçekleştirilmiştir ve işlemlerini yapabilmesi için bu program gereklidir. Programın çalıştırılması MS-DOS ortamında gerçekleştirilmektedir.

Program; varıyans unsurlarını, kalıtım derecelerini ve damızlık değerlerini dört farklı modelle hesaplamaktadır. Bunlar Baba Modeli, Birey Modeli, Baba ve Ana Modeli, Baba ve Maternal Büyük Baba Modeli. Bu çalışmada sadece Birey Modeli (Animal Model) kullanılmıştır.

Program, istatistiği yapılacak ham verilerin bulunduğu iki adet DAT uzantılı dosyaya ve üç adet işletim dosyasına ihtiyaç duymakta ve işlemleri bu dosyalar üzerinden yürütmektedir.

DAT uzantılı veri dosyaları

a) **Pedigri dosyası:** Yavruya ve ebeveynlerine ait kulak numaralarını içeren dosyadır (Tablo 1). Veriler sütunlara yazılmış olup prensip olarak birinci sütunda hayvana (animal), ikinci sütunda babaya (sire), üçüncü sütunda anaya (dam) ait numaralar yer almaktadır.

Tablo 1. Programın kullandığı 1. DAT uzantılı dosya (pedigri dosyası).

| Kuzu No (hayvan) | Baba No | Ana No |
|------------------|---------|--------|
| 107019 | 13602 | 13352 |
| 107020 | 13602 | 13352 |
| 107024 | 13602 | 8772 |
| 107046 | 13602 | 1 |
| 107054 | 13602 | 12095 |
| . | . | . |
| . | . | . |
| . | . | . |
| . | . | . |
| . | . | . |
| 229805 | 200007 | 108550 |
| 229806 | 109222 | 109319 |
| 229812 | 109257 | 107304 |
| 229816 | 109220 | 106713 |
| 229843 | 109220 | 109285 |

b) Veri dosyası: Pedigri dosyasındaki kulak numaralarına ek olarak sabit etkileri (ana yaşı, cinsiyet, yıl), kovaryet (doğum ağırlığı) ve incelenen özelliği (sütten kesim ağırlığı) içeren dosyadır (Tablo 2). Kulak numaraları ve sabit etkilerin yer aldığı tamsayı sütunları (integer variables), sayılabilir değerlerden oluşmaktadır. Hakiki sütunlar (real variables) ölçülebilir değerlerden oluşmaktadır. Kovaryet ve cevap değişkeni hakiki sütunlar şeklindedir.

Tablo 2. Programın kullandığı 2. DAT uzantılı dosya (veri dosyası).

| Tamsayı sütunları | | | | | | Hakiki sütunlar | |
|-------------------|---------|--------|----|---|------|-----------------|---------|
| Kuzu No | Baba No | Ana No | AY | C | Yıl | DA | SKA |
| 107019 | 13602 | 13352 | 5 | 1 | 1997 | 4.40 | 19.2983 |
| 107020 | 13602 | 13352 | 5 | 1 | 1997 | 4.50 | 22.6228 |
| 107024 | 13602 | 8772 | 2 | 2 | 1997 | 3.80 | 14.9157 |
| 107046 | 13602 | 1 | 2 | 1 | 1997 | 5.20 | 19.0000 |
| 107054 | 13602 | 12095 | 4 | 2 | 1997 | 4.80 | 20.3284 |
| . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . |
| 229805 | 200007 | 108550 | 4 | 1 | 2002 | 3.90 | 21.1660 |
| 229806 | 109222 | 109319 | 3 | 1 | 2002 | 2.70 | 19.0000 |
| 229812 | 109257 | 107304 | 5 | 2 | 2002 | 4.00 | 11.2941 |
| 229816 | 109220 | 106713 | 6 | 1 | 2002 | 4.60 | 13.4703 |
| 229843 | 109220 | 109285 | 3 | 2 | 2002 | 4.30 | 19.9800 |

AY: Ana yaşı, C: Kuzunun cinsiyeti, Yıl: Kuzunun doğum yılı,

DA: Kuzunun Doğum ağırlığı, SKA: Kuzunun sütten kesim ağırlığı.

İşletim dosyaları

1. MTDFNRM: Bu terimdeki MTDf, MTDfREML'deki ile aynıdır. NRM (Numerator Relationship Matrix), incelenen özellik içerisinde fenotipik değeri bilinmeyen bireyler için de damızlık değeri hesaplanabilmesi için akrabalık matrisini kurduktan sonra o bireye ait akrabaların ortak paydada toplanmasını ifade eden terimlerin kısaltmasıdır. Bu dosya sayesinde, annesi ya da babasından her hangi birisi bilinmese dahi damızlık değeri hesaplanabilmektedir.

MTDFNRM, pedigri dosyasındaki verileri değerlendirmeye almaktadır. MTDFNRM'deki çalışma bittikten sonra, çalışma esnasındaki bazı komutları ve MTDfPREP çalışmasında gerekli olan akrabalık matrisindeki birey sayısını, oluşturduğu MTDf56 çıktı dosyasına kayıt etmektedir (Ek-1). Bu işlemi her model

için ayrı ayrı yapmaktadır. Ancak bu çalışmada birey sayısı her model için aynı olduğundan dolayı çalışma süresince MTDFNRM'yi bir daha çalıştırmaya gerek kalmamıştır.

2. MTDFPREP: Buradaki PREP, "preparation (hazırlık)" kelimesinin kısaltılmışıdır. Bu dosyanın çalıştırılabilmesi için veri dosyasındaki hayvana, anasına ve babasına ait kulak numaralarının hangi sütunlarda olduğu, sabit etkiler, incelenen özelliğin ve varsa kovaryetin hangi sütunlarda yer aldığı ve bunların isimleri tek tek dosyaya girilmesi gerekmektedir. Bu dosya ile anaya ait genetik etkinin (maternal effect), anaya ait rasgele çevre etkisinin (uncorrelated random effects) ve bireylerin damızlık değerlerinin hesaplanıp hesaplanmayacağı konusunda tercihler yapılmaktadır. Hesaplanacak olan istatistikler ile alakalı olan sütunların numaraları ve isimleri de yine bu dosyaya girilmesi gerekmektedir. Modellerin istatistik tercihleri farklı olduğundan her model için önce MTDFPREP'te tercihler bildirilmektedir. Eğer istenirse, tercihlerimiz doğrultusunda özet bir istatistiği MTDF66 çıktı dosyasına kayıt edebilmektedir (Ek-2).

MTDF66'da, hakiki sütunlardaki her sütunun ortalaması, standart sapması, minimum ve maksimum değerler, sabit etkilere ait sütunlardaki grup sayısını, her grupta yer alan hayvan sayısını, ortalamalarını ve sürü içerisindeki yüzdeleri gibi istatistikleri vermektedir. Ayrıca sabit etkilerin, kovaryetlerin, özelliklerin ve tercih ettiğimiz istatistiklerin akrabalık matrisinde hangi satırlar arasında gerçekleştiğini bildirmektedir. Karışık model eşitliğindeki hayvan etkisinin (animal effect =1) yer aldığı satır aralığı, damızlık değer hesaplanırken MTDFRUN'da istendiği için MTDF66 dosyası önem arz etmektedir.

3. MTDFRUN: Varyans unsurlarının ve damızlık değerlerin hesaplandığı işletim dosyasıdır. Varyans unsurlarının hesaplanması, damızlık değer hesaplamalarının ilk aşamasıdır. İkinci aşamada damızlık değerleri hesaplanır.

Araştırmada kullanılan Birey Modeli 6 farklı model içermektedir. Bu 6 model şunlardır:

$$\text{Model 1: } Y_{ijklmn} = F_{ijkl} + a_m + \text{Cov}_{(A,B)} + e_{ijklmn}$$

Bu model, sabit etkiler (F_{ijkl}) yanında tesadüfi etki olarak sadece hayvanların eklemeli genetik etkilerini (a_m) ve doğum ağırlığı (A) ile sütten kesim ağırlığı (B) arasındaki kovaryansı ($\text{Cov}_{(A,B)}$) inceleyen bir modeldir.

$$\text{Model 2: } Y_{ijklmon} = F_{ijkl} + a_m + p_o + \text{Cov}_{(A,B)} + e_{ijklmon}$$

Birinci modele ilave olarak, anadan kaynaklanan sürekli çevre etkisini (p_o) de içerir.

$$\text{Model 3: } Y_{ijklmon} = F_{ijkl} + a_m + m_o + \text{Cov}_{(A,B)} + e_{ijklmon}, \sigma_{amA} = 0$$

Model 1'e maternal genetik etki (m_o) ilave edilmiştir ve direk genetik etki ile maternal genetik etki arasındaki kovaryansı içermez ($\sigma_{amA} = 0$).

$$\text{Model 4: } Y_{ijklmon} = F_{ijkl} + a_m + m_o + \text{Cov}_{(A,B)} + e_{ijklmon}, \sigma_{amA} \neq 0$$

Model 3 ile aynıdır, ilave olarak direkt ve maternal genetik etkiler arasında bir kovaryansı içerir ($\sigma_{amA} \neq 0$).

$$\text{Model 5: } Y_{ijklmon} = F_{ijkl} + a_m + m_o + p_o + \text{Cov}_{(A,B)} + e_{ijklmon}, \sigma_{amA} = 0$$

Model 3'e ek olarak sürekli çevre etkisini (p_o) de içerir. Ancak direk ve maternal genetik etkiler arasındaki korelasyonu içermez.

$$\text{Model 6: } Y_{ijklmon} = F_{ijkl} + a_m + m_o + p_o + \text{Cov}_{(A,B)} + e_{ijklmon}, \sigma_{amA} \neq 0$$

Model 5 ile aynıdır, farklı olarak direkt ve maternal genetik etkiler arasında genetik korelasyonu da içermektedir ($\sigma_{amA} \neq 0$).

Yukarıdaki modellerde;

$Y_{ijklmon}$: Sütten kesim ağırlığı,

a_m : Direkt eklemeli genetik etki (animal direct additive genetic effect),

m_o : Maternal eklemeli genetik etki (maternal direct additive genetic effect),

p_o : Anadan kaynaklanan sürekli çevre etkisi (permanent environmental effect due to dam),

$Cov_{(A,B)}$: doğum ağırlığı (A) ve sütten kesim ağırlığı (B) arasındaki kovaryans

$e_{ijklmon}$: Tesadüfi hata

F_{ijkl} : Sabit etkiler (fixed effects) olup, burayı açarsak;

a_i : Ana yaşının etkisi,

c_j : Cinsiyetin etkisi,

y_k : Yılın etkisidir.

Programın İşleyişi:

Her model için önce MTDFPREP'te düzenlemeler yapılır, sonra MTDFRUN'da varyans unsurları hesaplanır. Sonuçlar MTDF76 (Ek-3) çıktı dosyasına kayıt edilir. MTDF76 dosyasındaki veriler, yeni modelin hesaplamalarına geçildiğinde silinmektedir. Bu nedenle, ya her hesaplamadan sonra MTDF76'daki sonuçların bir yere not edilmesi ya da her modelin MTDF76 dosyasının farklı isimle kayıt edilmesi gerekmektedir.

Modeller Model 1'den başlayıp Model 6'ya doğru sırasıyla hesaplanırken, hesaplanan modelin kalıtım derecesi birinci modelinki ile karşılaştırılmaktadır. Kalıtım derecesi Model 1'den büyük çıkarsa prensip olarak diğer modeller üzerinde çalışmaya gerek kalmamaktadır. Model tercihi, kalıtım derecesi büyük olan modele kadar hesaplanmış modeller arasından yapılmaktadır. Örneğin Model 1, 2, 3, ve 4 sıra ile hesaplanmış, Model 2 ve 3'ün kalıtım dereceleri Model 1'inkinden küçük, Model 4'ünkü büyük ise, o zaman Model 5 ve 6'yı hesaplamaya gerek kalmaz, model tercihi 1, 2 ve 3 arasında yapılır.

Model tercihinde, $-2\log L$ değerleri önem arz etmektedir. Programa göre $-2\log L$ 'si en küçük değere sahip olan modelin tercih edilmesi gerekmektedir. Değerler birbirine yakın olduğu takdirde en kompleks yapıya sahip olan model tercih edilmektedir.

Model seçiminden sonra tekrar MTDFRUN çalıştırılarak damızlık değer hesaplamaları yapılmaktadır. Sonuçlar MTDF72 çıktı dosyasına yazılmaktadır (Ek-4).

Metoda göre özellikleri etkilediği düşünülen sabit faktörlerin ve kovaryansın istatistik olarak önemli olması gerekmektedir. Bu maksatla, bir ön test (Preliminary analyses) yapılmaktadır. Bu test, Genel Doğrusal Model (GLM – General Linear Model) ile yapılmaktadır. Neticede istatistik olarak önemsiz ($P>0.05$) bulunan sabit etkiler ve kovaryans modellerden çıkarılmaktadır.

Bu araştırmada, sütten kesim ağırlığını etkileyen önemli faktörleri belirlemek amacı ile sabit çevre faktörlerini ve doğum ağırlığı ile sütten kesim ağırlığı arasındaki kovaryansı içine alacak şekilde aşağıdaki modele göre GLM yapılmıştır. Model:

$$Y_{ijklm} = \mu + y_i + d_j + c_k + a_l + Cov_{(A,B)} + e_{ijklm}$$

Burada;

Y_{ijklm} : i. yıldan, j. doğum tipinden, k. cinsiyetten ve l. ana yaşından olma, m. hayvanın sütten kesim ağırlığına ait fenotipik değer,

μ : Sütten kesim ağırlığı genel ortalaması,

y_i : i. yılın etkisini (i: 1997-2002);

d_j : j. doğum tipinin etkisini (j: 1, 2);

c_k : k. cinsiyetin etkisini (k: 1, 2);

a_l : l. ana yaşının etkisini (l: 1-9);

$Cov_{(A,B)}$: doğum ağırlığı (A) ve sütten kesim ağırlığı (B) arasındaki kovaryans

e_{ijklm} , : Şansa bağlı hatayı, göstermektedir.

Varyans Unsurları: Program ile fenotipik varyans (σ_P^2), direkt eklemeli genetik varyans (σ_A^2), maternal eklemeli genetik varyans (σ_M^2), maternal çevre varyans (σ_C^2), direkt maternal genetik kovaryans (σ_{am}), direkt ve maternal genetik korelasyon (r_{am}), direkt kalıtım derecesi (h^2), maternal kalıtım derecesi (m^2), hata varyansı (σ_E^2) ve olabilirliğin logaritması ($-2\log L$) hesaplanmıştır.

Fenotipik varyansın bir bölümünü oluşturan anadan (maternal) kaynaklanan kalıcı çevre varyansının fenotipteki payı (C^2), direkt ve maternal etkiler arasındaki genetik kovaryansın fenotipteki payı (C_{am}) ve toplam kalıtım derecesi (h_T^2) aşağıdaki formüllerin yardımı ile programın verdiği değerler kullanılarak hesaplanmıştır (Saatci 1998).

$$C^2 = \sigma_C^2 / \sigma_P^2$$

$$C_{am} = \sigma_{am} / \sigma_P^2$$

$$h_T^2 = (\sigma_A^2 + 0.5\sigma_M^2 + 1.5\sigma_{am}^2) / \sigma_P^2$$

3.2.2.2. Geleneksel metot

Geleneksel metotta, baba-bir üvey kardeşler metoduna göre kalıtım derecesi ve arkasından damızlık değer tahminleri yapmak amacı ile GLM yöntemiyle varyans analizi yapılmaktadır. Bu araştırmada varyans analizinin üç yöntemi ile varyans unsurları, kalıtım derecesi ve damızlık değerler hesaplanmıştır. Bunlar;

1. **Yöntem:** Çevre faktörleri hesaba katılmadan yapılan basit varyans analizi ile,
2. **Yöntem:** Çevre faktörlerine göre düzeltme yaptıktan sonra basit varyans analizi ile,
3. **Yöntem:** Çevre faktörlerini de modele alan GLM ile.

1. Yöntem: Modelde, özelliği (sütten kesim ağırlığı) etkileyen çevre faktörleri gözardı edilmiş ve sadece rasgele etkiye (koçun rasgele etkisi) yer verilmiştir.

$$Y_{ij} = \mu + b_i + e_{ij}$$

Burada;

- Y_{ij} : i. koçun j. kuzusunun sütten kesim ağırlığına ait fenotipik değeri,
 μ : Sütten kesim ağırlığı genel ortalaması,
 b_i : i. koçun rasgele etkisi,
 e_{ij} : Şansa bağlı hata.

2. Yöntem: Önce, özelliği etkileyen çevre faktörlerinin ve kovaryetin etki miktarları aşağıdaki modele göre EKKM ile varyans analizi yapılarak tespit edilmiş sonra her bir kuzunun sütten kesim ağırlığı faktörlere göre düzeltilmiştir. Daha sonra düzeltilmiş değerlere bir önceki modele ($Y_{ij} = \mu + b_i + e_{ij}$) göre basit varyans analizi yapılmış ve varyans unsurları hesaplanmıştır (Düzgüneş 1987, Tekin 2000, Obata 2001).

$$Y_{ijklm} = \mu + y_i + d_j + c_k + a_l + \text{Cov}_{(A,B)} + e_{ijklm}$$

Burada yukarıdakinden farklı olarak;

- y_i : i. yılın etkisini,
 d_j : j. doğum tipinin etkisini,
 c_k : k. cinsiyetin etkisini,
 a_l : l. ana yaşının etkisini,

Kuzunun düzeltilmiş sütten kesim ağırlıkları aşağıdaki formülle elde edilmiştir (Tekin 2000);

$$YD_{ijkl} = Y\ddot{O}_{ijkl} + y_i + d_j + c_k + a_l + d(Z - Z_{ijklm}). \text{ Eşitlikte;}$$

Burada;

YD_{ijkl} : Kuzunun düzeltilmiş sütten kesim ağırlığı

$YÖ_{ijkl}$: Kuzunun ölçülmüş sütten kesim ağırlığı

y_j : j. yılın etki miktarı,

d_k : k. doğum tipinin etki miktarı,

c_l : l. cinsiyetin etki miktarı,

a_m : m. ana yaşının etki miktarı,

d : Doğum ağırlığının etki miktarı

Z : Doğum ağırlığının ortalaması

Z_{ijklm} : Kuzunun doğum ağırlığı

Sonra koçun rasgele etkisi dikkate alınarak varyans unsurları hesaplanmıştır.

3. Yöntem: Bu yöntemde çevre faktörleri, koçların rasgele etkisini (b_i) ve kovaryeti içine alan modele göre varyans unsurları hesaplanmıştır.

$$Y_{ijklmn} = \mu + b_i + y_j + d_k + c_l + a_m + \text{Cov}_{(A,B)} + e_{ijklmn}$$

3.2.3.1. Varyans unsurları, kalıtım derecesi ve damızlık değerinin hesaplanması

Varyans analizi ile babalar içi ve babalar arası kareler ortalaması (KO) hesaplanmıştır. Babalar arası kareler ortalamasının kompozisyonu:

$$KO = \sigma_i^2 + k \sigma_a^2 \quad \text{şeklinde olup buradan; babalar arası varyans } (\sigma_a^2)$$

$$\sigma_a^2 = (KO - \sigma_i^2) / k \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

k : Her babaya düşen ortalama yavru sayısıdır (tartılı ortalama).

Kalıtım derecesinin hesaplanması

t, kardeşler arası korelasyon katsayısıdır (sınıf içi korelasyon) ve babalar arası varyansın toplam fenotipik varyansa oranlanması ile elde edilmektedir.

$$t = \sigma_a^2 / (\sigma_a^2 + \sigma_i^2)$$

Baba bir üvey kardeşler arası akrabalık derecesi 0.25 olduğundan kardeşler arası korelasyon katsayısının dört katı kalıtım derecesini vermektedir (Arıtürk 1966, Düzgüneş 1987).

$$h^2 = 4t$$

Damızlık Değer:

Her hayvana ait damızlık değer (\hat{A}) aşağıdaki formül kullanılarak bulunmuştur (Kumlu 1999, Soysal ve Tuna 2000).

$$\hat{A}_i = h^2 (P_i - P)$$

Burada;

\hat{A}_i : i. Yavrunun damızlık değeri.

P_i : i. Yavrunun fenotipik değeri

P : Populasyon ortalaması

h^2 : Kalıtım derecesi

4. BULGULAR

4.1. BLUP Metodu İle Elde Edilen Bulgular

4.1.1. Ön test bulguları

MTDFREML programı ile BLUP hesaplamalarına geçmeden önce yapılan varyans analizi (GLM) ile elde edilen ön test bulguları Tablo 3'te verilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere, doğum tipi istatistik açıdan önemsiz ($P>0.05$), ana yaşı, cinsiyet, yıl ve kovaryans olarak doğum ağırlığı önemli bulunmuştur. Doğum tipi önemsiz bulunduğundan BLUP Metodunun prensibi olarak bu faktör modelden çıkarılmış olup hesaplamada kullanılmamıştır.

Tablo 3. Ön test için varyans analiz tablosu.

| Varyans Kaynaklar | SD | KT | Düzeltilmiş KT | Düzeltilmiş KO | F | P |
|-------------------|------|----------|----------------|----------------|--------|------|
| Ana Yaşı | 8 | 566.56 | 402.88 | 50.36 | 3.80 | 0.00 |
| Cinsiyet | 1 | 44.72 | 57.65 | 57.65 | 4.35 | 0.03 |
| Doğum Tipi | 1 | 21.84 | 42.90 | 42.90 | 3.24 | 0.07 |
| Yıl | 5 | 1576.26 | 1576.26 | 315.25 | 23.81 | 0.00 |
| Doğum Ağırlığı | 1 | 4075.26 | 2561.10 | 2561.10 | 193.45 | 0.00 |
| Hata | 1150 | 15224.79 | 15224.79 | 13.24 | | |
| Toplam | 1166 | 21509.43 | | | | |

SD: Serbestlik Derecesi, KT: Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması

4.1.2. MTDFREML ile elde edilen bulgular

MTDFNRM çalışması sonucunda akrabalık matrisinde yer alan farklı birey sayısı (NO. OF DIFFERENT ANIMALS) 1519, MTDFPREP çalışması sonucunda ise akrabalık matrisinde hayvan etkisinin (animal effect =1) yer aldığı satır aralığı 19 – 1537 olarak tespit edilmiştir.

MTDFPREP ve MTDFRUN ile hesaplanan varyans unsurları ve diğer parametrelerle ilgili bulgular Tablo 4'te verilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere, Model 1'in kalıtım derecesi 0.33 olup, diğer modellerin kalıtım dereceleri Model 1'inkinden küçük çıkmıştır.

Model seçimi için modellere ait $-2\log L$ 'lere bakıldığında, $-2\log L$ 'lerin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Model 1'den Model 6'ya doğru hesaplanmış olan $-2\log L$ 'ler sırayla 4194, 4192, 4189, 4240, 4188 ve 4270 olmuştur. Bu durumda prensip olarak içlerinden en kompleks yapıya sahip olan Model 6 tercih edilmiştir. Damızlık değer tahminleri de bu modele göre yapılmıştır.

Tablo 4. REML'le hesaplanan varyans unsurları tablosu.

| | Model 1 | Model 2 | Model 3 | Model 4 | Model 5 | Model 6 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| σ_A^2 | 4.40 | 1.73 | 1.02 | 4.00 | 0.85 | 4.00 |
| σ_M^2 | — | — | 0.47 | 0.13 | 0.03 | 0.13 |
| σ_{AM} | — | — | 0.68 | -0.59 | -0.15 | -0.59 |
| σ_C^2 | — | 2.05 | — | — | 1.79 | 2.00 |
| σ_E^2 | 9.00 | 10.64 | 11.50 | 15.00 | 10.69 | 15.00 |
| σ_P^2 | 13.40 | 14.42 | 13.68 | 18.54 | 13.22 | 20.54 |
| h^2 | 0.33 | 0.12 | 0.07 | 0.22 | 0.06 | 0.19 |
| m^2 | — | — | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.01 |
| C_{AM} | — | — | — | 0.03 | -0.01 | 0.03 |
| r_{AM} | — | — | 0.97 | -0.81 | -0.97 | -0.81 |
| C^2 | — | 0.14 | — | — | 0.14 | 0.10 |
| h_T^2 | 0.33 | 0.12 | 0.16 | 0.17 | 0.05 | 0.15 |
| $-2\log L$ | 4194 | 4192 | 4189 | 4240 | 4188 | 4270 |

Buna göre 1997-2002 yıllarında doğmuş kuzular içerisinde, damızlık değeri bakımından ilk 20'ye girenler Tablo 5'te verilmiştir. Kuzular içerisinde en yüksek damızlık değere 2002 doğumlu olan 221421 numaralı kuzu (3.126) sahip olmuştur. İlk 20'ye giren kuzulardan 10 tanesi 1998'e, 3 tanesi 1999'a, 2 tanesi 2000'e, 2

tanesi 2001'e ve 3 tanesi 2002'ye ait çıkmıştır. 1997'ye ait kuzulardan bu sıralamaya giren olmamıştır.

Tablo 5. REML'le hesaplanan damızlık değerleri sıralamasında 1997-2002 yıllarında doğan erkek kuzulardan ilk 20'ye girenler.

| Sıra No | Kuzu No | Damızlık Değer | Sıra No | Kuzu No | Damızlık Değer | Sıra No | Kuzu No | Damızlık Değer |
|---------|---------|----------------|---------|---------|----------------|---------|---------|----------------|
| 1 | 221421 | 3.126 | 8 | 221629 | 1.507 | 15 | 108371 | 1.310 |
| 2 | 108123 | 2.638 | 9 | 109283 | 1.491 | 16 | 108111 | 1.304 |
| 3 | 108240 | 2.595 | 10 | 108329 | 1.489 | 17 | 108723 | 1.300 |
| 4 | 109617 | 2.192 | 11 | 108363 | 1.463 | 18 | 108526 | 1.274 |
| 5 | 201093 | 2.027 | 12 | 200653 | 1.383 | 19 | 108236 | 1.261 |
| 6 | 221529 | 1.579 | 13 | 200088 | 1.382 | 20 | 108493 | 1.249 |
| 7 | 201080 | 1.577 | 14 | 109223 | 1.358 | | | |

Hakkında büyüme ile ilgili hiç bir veri bulunmayan, sürüye sadece koç olarak katılmış bireylerin de dahil olduğu bütün erkek bireylerin damızlık değerleri hesaplanmıştır ve ilk 20'ye girenler Tablo 6'te verilmiştir. Tablodaki 7 ve 17 Sıra No'lu erkek bireylerin kendine ait verimleri bilinmemesine rağmen program onlar için de damızlık değeri hesaplamıştır.

Sürüde bulunan tüm erkekler (koç ve erkek kuzular) içerisinde en yüksek damızlık değere yine 2002 doğumlu olan 221421 numaralı kuzu (3.126) sahip olmuştur. İlk 20'ye giren erkek bireylerden 1 tanesi 1994'e, 6 tanesi 1998'e, 6 tanesi 1999'a, 2 tanesi 2000'e, 2 tanesi 2001'e ve 3 tanesi 2002'ye ait çıkmıştır. 1995'e, 1996 ve 1997 yıllarına ait erkek bireylerden bu sıralamaya giren olmamıştır.

Tablo 6. BLUP metoduna göre çalışmadaki tüm erkek bireylerden (koçlar ve erkek kuzular) damızlık değer sıralamasında ilk 20'ye girenler.

| Sıra No | Kuzu No | Damızlık Değer | Sıra No | Kuzu No | Damızlık Değer | Sıra No | Kuzu No | Damızlık Değer |
|---------|---------|----------------|---------|---------|----------------|---------|---------|----------------|
| 1 | 221421 | 3.126 | 8 | 201080 | 1.577 | 15 | 200088 | 1.382 |
| 2 | 108123 | 2.638 | 9 | 221629 | 1.507 | 16 | 109223 | 1.358 |
| 3 | 108240 | 2.595 | 10 | 109283 | 1.491 | 17 | 13594 | 1.330 |
| 4 | 109617 | 2.192 | 11 | 108329 | 1.489 | 18 | 109117 | 1.317 |
| 5 | 201093 | 2.027 | 12 | 108363 | 1.463 | 19 | 108371 | 1.310 |
| 6 | 221529 | 1.579 | 13 | 109222 | 1.432 | 20 | 108111 | 1.304 |
| 7 | 9584 | 1.578 | 14 | 200653 | 1.383 | | | |

Sürüde 1997-2002 yıllar arasında kullanılan koçların doğum yılına göre damızlık değerleri Tablo 7'de verilmiştir. En yüksek damızlık değere 1999 doğumlu 9584 numaralı, en düşük damızlık değere ise 1995 doğumlu 22864 numaralı koç sahip olmuştur. Koçlardan 8 tanesi 1994'e, 10 tanesi 1995'e, 3 tanesi 1996'ya, 3 tanesi 1997'ye, 6 tanesi 1998'e, 8 tanesi 1999'a ve 4 tanesi 2000'e ait çıkmıştır.

Tablo 7. Doğum yıllarına göre koçların BLUP'la hesaplanan damızlık değerleri.

| Doğum Yılı | Koç No | Damızlık Değer | Doğum Yılı | Koç No | Damızlık Değer | Doğum Yılı | Koç No | Damızlık Değer |
|------------|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|--------|----------------|
| 1999 | 9584 | 1.578 | 1995 | 115 | 0.415 | 1998 | 108482 | -0.591 |
| 1999 | 109222 | 1.432 | 1998 | 108161 | 0.414 | 2000 | 200004 | -0.660 |
| 1994 | 13594 | 1.330 | 1996 | 7514 | 0.398 | 1996 | 6670 | -0.773 |
| 1999 | 109117 | 1.317 | 2000 | 200007 | 0.394 | 1994 | 13555 | -0.804 |
| 1998 | 108371 | 1.310 | 1997 | 107220 | 0.348 | 1998 | 108454 | -0.885 |
| 1995 | 113 | 1.297 | 1997 | 107026 | 0.345 | 1995 | 145 | -0.957 |
| 1996 | 6705 | 1.075 | 1995 | 106 | 0.301 | 1998 | 108597 | -1.241 |
| 1994 | 13570 | 1.001 | 1999 | 109068 | 0.154 | 1998 | 108547 | -1.383 |
| 1995 | 144 | 0.930 | 1995 | 8361 | 0.053 | 1995 | 22976 | -1.394 |
| 1994 | 13521 | 0.739 | 1994 | 13566 | 0.047 | 1995 | 147 | -1.616 |
| 2000 | 200222 | 0.665 | 1999 | 109220 | -0.256 | 1999 | 109440 | -1.647 |
| 1999 | 109257 | 0.659 | 2000 | 200044 | -0.269 | 1994 | 13519 | -1.717 |
| 1999 | 9214 | 0.478 | 1995 | 22871 | -0.295 | 1997 | 107030 | -1.949 |
| 1994 | 13767 | 0.436 | 1994 | 13602 | -0.525 | 1995 | 22864 | -2.454 |

Seleksiyon çalışmasında kullanmak üzere içinde bulunulan yıla ait damızlık değerlerinin bilinmesi önemlidir. Bu düşünce ile 2002 yılı için yapılan analizde bu yıla ait kuzular içerisinde tavsiye edilen koç adayları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. BLUP metodunun verdiği sonuca göre damızlık olarak kullanılması tavsiye edilen 2002’ye ait ilk 10 erkek kuzuya ait damızlık değerler.

| Sıra No | Kuzu No | Damızlık Değer |
|---------|---------|----------------|
| 1 | 221421 | 3.126 |
| 2 | 221529 | 1.579 |
| 3 | 221629 | 1.507 |
| 4 | 221633 | 1.198 |
| 5 | 221615 | 1.141 |
| 6 | 220114 | 1.124 |
| 7 | 221697 | 1.110 |
| 8 | 229738 | 1.086 |
| 9 | 221426 | 1.085 |
| 10 | 221595 | 1.065 |

4.2. Geleneksel Metot

Varyans analizi ile h^2 ve damızlık değer hesaplamaları üç değişik biçimde yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

1. Yöntem: Bu yöntemle analiz ile elde edilen varyans analiz tablosu Tablo 9’da verilmiştir. Yapılan hesaplamalarda k değeri 27.54, σ_a^2 değeri 1.739 olarak hesaplanmıştır. Buradan toplam varyans 16.763 ve h^2 0.376 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 9. Çevre faktörlerini hesaba katmadan hesaplanan varyans analizi sonuçları.

| Kaynaklar | SD | KT | Düzeltilmiş KT | Düzeltilmiş KO | F | P | KO'nun Beklenen Unsurları |
|-----------|------|----------|-------------------|-------------------|------|-------|------------------------------|
| KOÇ | 41 | 2650.15 | 2650.15 | 64.64 | 3.86 | 0.000 | $\sigma_i^2 + k\sigma_a^2$ |
| Hata | 1125 | 18858.86 | 18858.86 | 16.76 | | | σ_i^2 |
| Toplam | 1166 | 21509.01 | | | | | |

Yine bu yöntemle hesaplanan Damızlık Değer bakımından ilk 20'ye giren kuzular Tablo 10'da verilmiştir. Bunlardan 5 tanesi 1998'e, 4 tanesi 1999'a, 5 tanesi 2000'e 2 tanesi 2001'e ve 4 tanesi 2002'ye ait çıkmıştır. 1997 yılına ait erkek kuzulardan bu sıralamaya giren olmamıştır. En iyi damızlık değere 109617 numaralı kuzu ile 221421 numaralı kuzunun sahip olduğu belirlenmiştir.

Tablo 10. 1997-2002 yıllarında doğan erkek kuzulardan çevre faktörleri hesaba katılmayarak hesaplanmış damızlık değerlerine göre ilk 20'ye girenler.

| Sıra No | Kuzu No | Damızlık Değer | Sıra No | Kuzu No | Damızlık Değer | Sıra No | Kuzu No | Damızlık Değer |
|---------|---------|----------------|---------|---------|----------------|---------|---------|----------------|
| 1 | 221421 | 6.5591 | 8 | 109490 | 3.7617 | 15 | 221483 | 3.1509 |
| 2 | 109617 | 6.5591 | 9 | 108240 | 3.7185 | 16 | 108236 | 3.1190 |
| 3 | 108123 | 5.9682 | 10 | 109168 | 3.6477 | 17 | 200682 | 3.1133 |
| 4 | 221629 | 5.1813 | 11 | 109283 | 3.4942 | 18 | 200671 | 3.1133 |
| 5 | 221633 | 4.8805 | 12 | 108111 | 3.4785 | 19 | 201080 | 3.0757 |
| 6 | 201093 | 4.3541 | 13 | 108723 | 3.4391 | 20 | 200685 | 3.0757 |
| 7 | 200088 | 3.8416 | 14 | 200657 | 3.3765 | | | |

2. Yöntem: Bu amaçla önce EKKM ile çevre faktörlerine ait etki miktarları hesaplanmış (Tablo 11), sonra da her bir kuzunun düzeltilmiş değeri kullanılarak basit varyans analizi yapılmıştır. Doğum ağırlığının ortalaması 4.258, sabit (constant) 17.074 olup süttten kesim ağırlığının ortalaması (μ) 18.9465 olarak hesaplanmıştır. Etki miktarları içerisinde en yüksek değere doğum ağırlığı sahip olmuştur. Ana yaşına ait

etki miktarları 1 (1.8811), 3 (1.3448) ve 4 (1.1443) yaşlılarda en yüksek, 8 (-1.7687) ve 9 (-4.2846) yaşlılarda ise en düşük değerleri almışlardır. Cinsiyete ait etki miktarları erkeklerde 0.2276 ve dişilerde -0.2276, doğum tipine ait etki miktarları teklerde -0.2453 ve ikizlerde 0.2453 değerleri almışlardır. Yıla ait etki miktarları ise 2001'de (1.5166) ve 1999'da (1.1611) en yüksek, 1998'de en düşük değerleri almışlardır.

Tablo 11. Varyans analizi ile hesaplanan etki miktarları.

| Özellikler | Etki Miktarları |
|-----------------------|-----------------|
| Doğum Ağırlığı | 2.2406 |
| Ana Yaşı | |
| 1 yaşlı | 1.8811 |
| 2 yaşlı | 0.6598 |
| 3 yaşlı | 1.3448 |
| 4 yaşlı | 1.1443 |
| 5 yaşlı | 0.5462 |
| 6 yaşlı | -0.0895 |
| 7 yaşlı | 0.5677 |
| 8 yaşlı | -1.7687 |
| 9 yaşlı | -4.2846 |
| Cinsiyet | |
| Erkek | 0.2276 |
| Dişi | -0.2276 |
| Doğum Tipi | |
| Tek | -0.2453 |
| İkiz | 0.2453 |
| Yıl | |
| 1997 | -0.9259 |
| 1998 | -1.9346 |
| 1999 | 1.1611 |
| 2000 | 0.6503 |
| 2001 | 1.5166 |
| 2002 | -0.4675 |

Düzeltilmiş sütten kesim ağırlıklarına basit varyans analiz uygulayarak elde edilen varyans analiz tablosu Tablo 12’de verilmiştir. Yapılan hesaplamalarda k değeri 27.54 olup σ_a^2 değeri 1.275 olarak hesaplanmıştır. Buradan toplam varyans 5.43 ve h^2 0.939 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 12. Düzeltilmiş sütten kesim ağırlığına uygulanan basit varyans analizi sonuçları.

| Kaynaklar | SD | KT | Düzeltilmiş KT | Düzeltilmiş KO | F | P | KO’nun Beklenen Urusları |
|-----------|------|---------|-------------------|-------------------|------|-------|-----------------------------|
| KOÇ | 41 | 1610.12 | 1610.12 | 39.27 | 9.45 | 0.000 | $\sigma_i^2 + k\sigma_a^2$ |
| Hata | 1125 | 4674.35 | 4674.35 | 4.16 | | | σ_i^2 |
| Toplam | 1166 | 6284.47 | | | | | |

Düzeltilmiş Sütten Kesim Ağırlığına göre hesaplanmış Damızlık Değer bakımından ilk 20’ye giren kuzular Tablo 13’de verilmiştir. Bunlardan 5 tanesi 1998’e, 4 tanesi 1999’a, 5 tanesi 2000’e, 2 tanesi 2001’e ve 4 tanesi 2002’ye ait çıkmıştır. En yüksek damızlık değere (16,3976) 1999 yılına ait 109617 numaralı ve aynı değere sahip 2002 yılına ait 221421 numaralı kuzular olmuştur.

Tablo 13. 1997-2002 yıllarında doğan erkek kuzulardan çevre faktörlerini dikkate alarak hesaplanmış damızlık değerlerine göre ilk 20’ye girenler.

| Sıra No | Kuzu No | Damızlık Değer | Sıra No | Kuzu No | Damızlık Değer | Sıra No | Kuzu No | Damızlık Değer |
|---------|---------|----------------|---------|---------|----------------|---------|---------|----------------|
| 1 | 221421 | 16.3976 | 8 | 109490 | 9.4041 | 15 | 221483 | 7.8772 |
| 2 | 109617 | 16.3976 | 9 | 108240 | 9.2962 | 16 | 108236 | 7.7975 |
| 3 | 108123 | 14.9205 | 10 | 109168 | 9.1193 | 17 | 200682 | 7.7832 |
| 4 | 221629 | 12.9532 | 11 | 109283 | 8.7355 | 18 | 200671 | 7.7832 |
| 5 | 221633 | 12.2012 | 12 | 108111 | 8.6963 | 19 | 201080 | 7.6892 |
| 6 | 201093 | 10.8852 | 13 | 108723 | 8.5979 | 20 | 200685 | 7.6892 |
| 7 | 200088 | 9.6041 | 14 | 200657 | 8.4412 | | | |

3. Yöntem: Çevre faktörlerini, kovaryeti ve rasgele koç etkisini içeren bir model ile uygulanan GLM ile elde edilen varyans analizi sonuçları Tablo 14’de verilmiştir. Yapılan hesaplamalarda k değeri 27.54, σ_a^2 değeri 0.390 olarak hesaplanmıştır. Buradan toplam varyans 13.275 ve h^2 0.118 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 14. GLM ile elde edilen varyans analizi sonuçları.

| Kaynaklar | SD | KT | Düzeltilmiş KT | Düzeltilmiş KO | F | P | KO’nun beklenen unsurları |
|-------------------|------|----------|-------------------|-------------------|--------|-------|------------------------------|
| Ana Yaşı | 8 | 882.53 | 415.98 | 52.00 | 4.04 | 0.000 | |
| Cinsiyet | 1 | 289.69 | 75.49 | 75.49 | 5.86 | 0.016 | |
| Doğum Tipi | 1 | 523.02 | 50.75 | 50.75 | 3.94 | 0.047 | |
| YIL | 5 | 2028.31 | 719.17 | 143.83 | 11.16 | 0.000 | |
| Doğum Ağırlığı | 1 | 2561.10 | 2376.38 | 2376.38 | 184.43 | 0.000 | |
| KOÇ | 41 | 935.66 | 935.66 | 22.82 | 1.77 | 0.002 | $\sigma_i^2 + k \sigma_a^2$ |
| Hata | 1109 | 14289.13 | 14289.13 | 12.88 | | | σ_i^2 |
| Toplam | 1166 | 21509.43 | | | | | |

Bu yöntemle hesaplanan Damızlık Değer bakımından ilk 20’ye giren kuzular Tablo 15’de verilmiştir. Bunlardan 5 tanesi 1998’e, 4 tanesi 1999’a, 5 tanesi 2000’e 2 tanesi 2001’e ve 4 tanesi 2002’ye ait çıkmıştır. En yüksek damızlık değere (2.0933) 1999 yılına ait 109617 numaralı ve aynı değere sahip 2002 yılına ait 221421 numaralı kuzular olmuştur.

Tablo 15. 1997-2002 yıllarında doğan erkek kuzulardan GLM sonuçlarına göre hesaplanmış damızlık değerlerine bakıldığında ilk 20'ye girenler.

| Sıra No | Kuzu No | Damızlık Değer | Sıra No | Kuzu No | Damızlık Değer | Sıra No | Kuzu No | Damızlık Değer |
|---------|---------|----------------|---------|---------|----------------|---------|---------|----------------|
| 1 | 109617 | 2.0933 | 8 | 109490 | 1.2005 | 15 | 221483 | 1.0056 |
| 2 | 221421 | 2.0933 | 9 | 108240 | 1.1867 | 16 | 108236 | 0.9954 |
| 3 | 108123 | 1.9047 | 10 | 109168 | 1.1642 | 17 | 200671 | 0.9936 |
| 4 | 221629 | 1.6536 | 11 | 109283 | 1.1152 | 18 | 200682 | 0.9936 |
| 5 | 221633 | 1.5576 | 12 | 108111 | 1.1102 | 19 | 200685 | 0.9816 |
| 6 | 201093 | 1.3896 | 13 | 108723 | 1.0976 | 20 | 201080 | 0.9816 |
| 7 | 200088 | 1.2261 | 14 | 200657 | 1.0776 | | | |

Analizin yapıldığı son yıl olan 2002 yılı için seleksiyon çalışmalarına ışık tutması bakımından, sonraki yıllarda koç olarak kullanılması tavsiye edilen ilk 10 kuzu Tablo 16'da verilmiştir.

Üç uygulamada da damızlık değer bakımından ilk 20 kuzu sıralaması değişmemiş, fakat kuzuların almış olduğu damızlık değerlerin farklı olduğu görülmüştür.

Tablo 16. Geleneksel metoda göre 2002 yılına ait kuzulardan damızlık olarak kullanılması tavsiye edilen ilk 10 erkek kuzu.

| Sıra No | Kuzu No | Damızlık Değer | | |
|---------|---------|----------------|-----------|-----------|
| | | 1. Yöntem | 2. Yöntem | 3. Yöntem |
| 1 | 221421 | 6.5591 | 16,3976 | 2.0933 |
| 2 | 221629 | 6.5591 | 16,3976 | 1.6536 |
| 3 | 221633 | 5.9682 | 14,9205 | 1.5576 |
| 4 | 221483 | 5.1813 | 12,9532 | 1.0056 |
| 5 | 221615 | 4.8805 | 12,2012 | 0.9576 |
| 6 | 220779 | 4.3541 | 10,8852 | 0.9541 |
| 7 | 229481 | 3.8416 | 9,6041 | 0.8580 |
| 8 | 229528 | 3.7617 | 9,4041 | 0.8580 |
| 9 | 221675 | 3.7185 | 9,2962 | 0.7776 |
| 10 | 221624 | 3.6477 | 9,1193 | 0.6896 |

BLUP Metot'u ile ilk 10'a giren kuzular, Geleneksel Metot ile hangi sıralamada yer aldığı ve damızlık değerleri Tablo 17'de verilmiştir. En iyi damızlık değere sahip birey (221421 numaralı) her iki metotta da aynı çıkmıştır. Fakat işletmeye tavsiyede bulunulacak damızlık koç adaylarından ilk 10 içerisinde sadece 4 tanesi (221421, 221629, 221633 ve 221615) her iki metodun da tavsiye ettiği adaylardır. Diğerleri çok farklı değerler almışlardır.

Tablo 17. 2002 kuzularından BLUP'la ilk 10'a girenlerin geleneksel metot'ta aldığı damızlık değer ve sıra numaraları.

| Sıra No (BLUP) | Kuzu No | Sıra No (Geleneksel Metot) |
|----------------|---------|----------------------------|
| 1 | 221421 | 1 |
| 2 | 221529 | 12 |
| 3 | 221629 | 2 |
| 4 | 221633 | 3 |
| 5 | 221615 | 5 |
| 6 | 220114 | 48 |
| 7 | 221697 | 16 |
| 8 | 229738 | 34 |
| 9 | 221426 | 19 |
| 10 | 221595 | 15 |

Yıllara göre her iki metotta ilk beşteki kuzuların sıralaması dikkate alındığında 1997'de iki (107297 ve 107398), 1998'de iki (108123 ve 108240), 1999'da iki (109617 ve 109283), 2000'de üç (200088, 200682 ve 200671), 2001'de dört (201093, 201080, 201005, ve 201072) ve 2002'de dört (221421, 221629, 221633 ve 221615) kuzunun aynı olduğu Tablo 18'de görülmektedir.

Tablo 18. Yıla göre her iki metotta ilk beşe giren erkek kuzular.

| Metotlar | Sıra No | Yıl | | | | | |
|------------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
| BLUP | 1 | 107238 | 108123 | 109617 | 200653 | 201093 | 221421 |
| | 2 | 107249 | 108240 | 109283 | 200088 | 201080 | 221529 |
| | 3 | 107297 | 108329 | 109223 | 200680 | 201005 | 221629 |
| | 4 | 107274 | 108363 | 109519 | 200682 | 201072 | 221633 |
| | 5 | 107398 | 108371 | 109203 | 200671 | 201025 | 221615 |
| Geleneksel | 1 | 107220 | 108123 | 109617 | 200088 | 201093 | 221421 |
| | 2 | 107297 | 108240 | 109490 | 200657 | 201080 | 221629 |
| | 3 | 107290 | 108111 | 109168 | 200671 | 201005 | 221633 |
| | 4 | 107183 | 108723 | 109283 | 200682 | 201043 | 221483 |
| | 5 | 107398 | 108236 | 109600 | 2002685 | 201072 | 221615 |

Her iki metodun yıllara göre damızlık değer ortalamaları Tablo 19’da verilmiştir. Aynı yıla ait ortalamalara bakıldığında, $\bar{x}_{2. \text{Yöntem}}$ dışındakiler bir birine yakın değerler almıştır. Ortalamalar bütün metotlarda yıllara göre 1998’de düşmüş, 1999 yükselmiş, 2000’de düşmüş, 2001’de yükselmiş ve 2002’de düşmüştür.

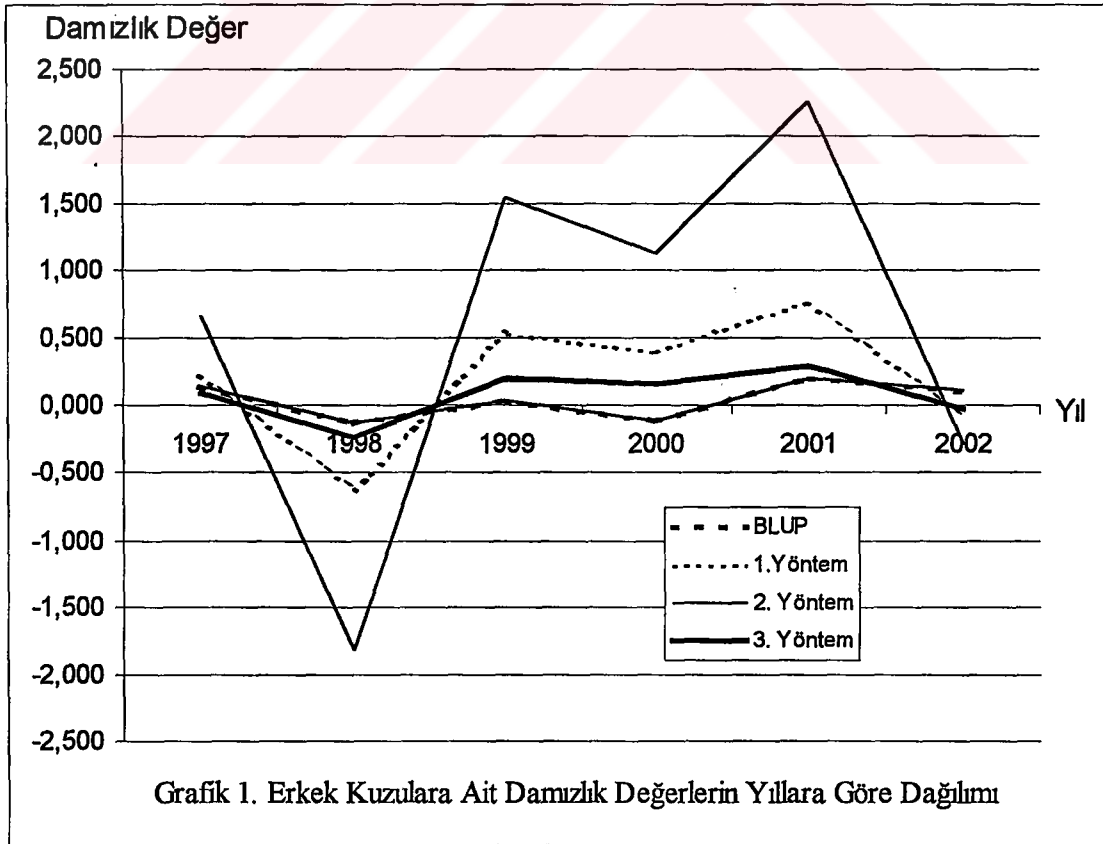
Tablo 19. Yıllara göre damızlık değer ortalamaları

| Ortalama | Yıl | | | | | |
|------------------------------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|
| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
| \bar{x}_{BLUP} | 0.131 | -0.129 | 0.037 | -0.118 | 0.201 | 0.098 |
| $\bar{x}_{1. \text{Yöntem}}$ | 0.264 | -0.731 | 0.615 | 0.449 | 0.904 | 0.207 |
| $\bar{x}_{2. \text{Yöntem}}$ | -0.659 | -1.827 | 1.537 | 1.124 | 2.261 | -0.281 |
| $\bar{x}_{3. \text{Yöntem}}$ | 0.084 | -0.233 | 0.196 | 0.143 | 0.289 | -0.036 |

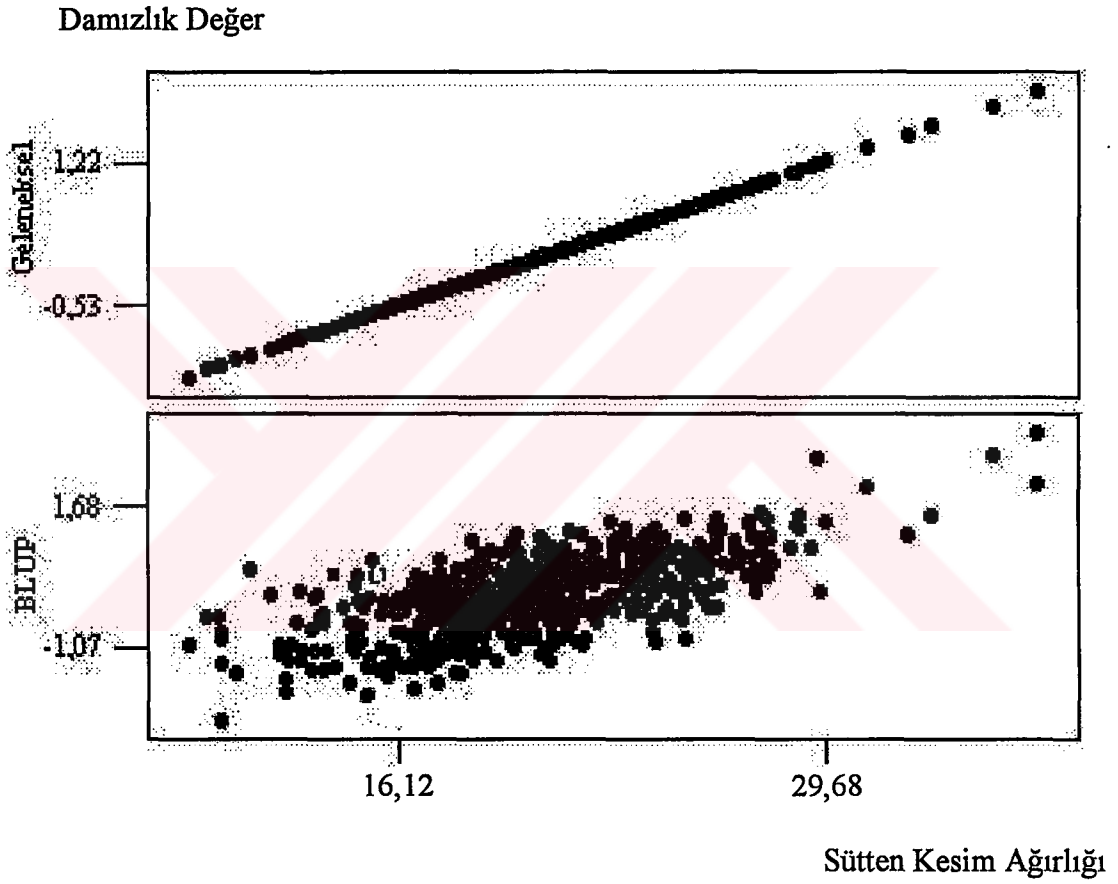
Damızlık değerlerin yıllara göre dağılımı Grafik 1’de verilmiştir. Grafikteki eğriler benzer seyirde olmakla beraber en fazla 2. Yöntem’de görülmüş, bu dalgalanma 1. Yöntem, GLM ve BLUP’a doğru azalmıştır. En az dalgalanma BLUP’da olmuştur.

Geleneksel metoda ait üç uygulamanın damızlık değerleri arasındaki korelasyon katsayısı $r = 1$ ($P < 0.0001$), bu üç uygulama ile BLUP arasındaki korelasyon katsayısı $r = 0.677$ ($P < 0.000$) olarak hesaplanmıştır.

Sütten kesim ağırlığı ile damızlık değer arasındaki ilişkiler Grafik 2’de verilmiştir. Geleneksel metotta sütten kesim ağırlığı ile damızlık değer arasındaki ilişki tam doğrusallık arz etmiştir. BLUP metodunda ise ilişkinin daha az olduğu görülmektedir.



Sütten kesim ağırlığı ile geleneksel metottaki üç yöntemle hesaplanan damızlık değerler arasındaki korelasyon katsayısı $r = 1$ ($P < 0.0001$), BLUP'la olan korelasyon ise $r = 0.677$ ($P < 0.000$) olarak hesaplanmıştır. Çünkü geleneksel metotta, damızlık değer doğrudan sütten kesim ağırlığı değerine bağlıdır. h^2 bütün değerler için sabit iken sütten kesim ağırlığı yüksek olanın o ölçüde damızlık değeri de yüksektir.



Grafik 2. Sütten kesim ağırlığı ile damızlık değeri arasındaki ilişkisinin grafiği.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

BLUP metodunun avantaj ve dezavantajları geleneksel metotla karşılaştırılmış, iki metot öncelikle işleyişleri bakımından, ikinci olarak da elde edilen sonuçların güvenilirliği bakımından değerlendirilmiştir.

5.1. Metotların İşlem Aşamaları Bakımından Karşılaştırılması

5.1.1. Bireylerin kulak numaralarının düzenlenmesi

MTDFREML'le BLUP hesaplamaları yapılırken, bireylerin kulak numaraları belirli bir düzen içerisinde olması istenmektedir. Buna göre yavrunun kulak numarası annesi ve babasının kulak numaralarından büyük olması gerekmektedir. İşletmede kayıtlar tutulurken buna dikkat edilmediğinden ek bir işlem olarak yavrunun kulak numarası annesi ve babasının kulak numaralarından büyük olacak şekilde değiştirilerek yeniden düzenlenmesi gerekmiştir.

Geleneksel metotta bu tip işlemlere gerek duyulmamıştır. Hangi kuzunun hangi babaya ait olduğu bilinmesi yeterli olmuştur. Dolayısıyla bu durum BLUP hesaplamaları için bir dezavantaj kabul edilebilir. Fakat kurulacak modern kayıt sistemi için yeni bir format da getirmesi açısından önemlidir.

5.1.2. Programların kullanımı

Programların kullanımı açısından tek özellik için MTDFREML'le BLUP hesaplamaları yapmak Geleneksel metotla damızlık değerleri hesaplamaktan daha zor ve zaman alıcı olmuştur. Dolayısıyla tek özellik için uygun olamadığı söylenebilir.

MTDFREML, üç işletim dosyası ve her işletim dosyasına ait birçok sorudan oluşmaktadır. Varyans unsurları hesaplamalarında modeller gerçekleştirilirken, basit modelden kompleks modele doğru hesaplanmıştır. MTDFNRM işletim dosyası hariç diğer işletim dosyalarında her model için hazırlanmış bulunan soruların her defasında cevaplanması gerekmiştir. Sorulan her soruya doğru cevap vermek zorunluluğu vardır. Aksi taktirde, yapılan hatayı düzeltip kalınan yerden devam etme şansı olmamıştır. Özellikle programı yeni öğrenenler çok sık hataya düşebileceği ve

gereksiz yere çok zaman kayıbedebileceği gözlemlenmiştir. Bu da bu metot açısından diğer bir dezavantajdır.

Geleneksel metot için kullanılan MINITAB paket programı ile varyans unsurlarının hesaplanmasında bu kadar kompleks işlemler bulunmamaktadır. Programların Windows ortamında çalışmasının vermiş olduğu rahatlık ile bilgisayarın “fare” aparatını kullanarak komutları gerçekleştirmek ve varyans unsurlarını hesaplamak kolaylıkla mümkün olmuştur. Bunun arkasından da Kalıtım derecesinin ve damızlık değerlerin hesaplanmasını EXCEL programı ile kolayca gerçekleştirilmiştir.

BLUP hesaplamalarının gerçekleştirilmesinde MTDFREML’in ihtiyaç duyduğu FORTRAN77 (versiyon 2.0) Windows 95’te tam kapasite çalışırken, Windows 98’ uyumlu olmadığından programın işletim dosyası bloke olmuştur. Geleneksel metotta kullanılan programlar zaten Windows ortamında çalıştığından Windows’un üst versiyonlarında da olumsuz bir durum çıkmamıştır. Bunlar da geleneksel metot için bir avantaj kabul edilebilir.

BLUP metodunda varyans komponentleri hesaplanırken, her model için hesaplanan parametrelerin (Tablo 2) tamamının tek bir çıktı halinde alınması mümkün olmuştur (Ek 3). Aynı şekilde damızlık değerleri de program tarafından hesaplanmış ve tek bir çıktı halinde sunulmuştur (Ek 4). Geleneksel metotta kademeli olarak önce MINITAB’da σ_a^2 ve σ_i^2 hesaplanmış (Tablo 7, 10 ve 12), sonra EXCEL programına geçilerek veya basit bir hesap makinesi ile kalıtım derecesi ve damızlık değerler hesaplanmıştır. Bunlar BLUP metodu için avantaj kabul edilebilir.

Tablo 2’de de görüldüğü üzere MTDFREML’le parametreler bakımından daha ayrıntılı sonuçlar elde etmek mümkün olmuştur (Lele ve Taper 2002).

BLUP metoduyla, sürüde sadece koç olarak kullanılmış fakat fenotipik değerleri bulunmayan bireyler için, akraba verimleri dikkate alınarak bir damızlık değer hesaplanmıştır (Tablo 4, Tablo 5). Böylece tüm bireyleri (koç, koyun ve erkek kuzular), damızlık değeri bakımından aynı anda değerlendirme imkanı elde edilmiştir. Geleneksel metotta bu mümkün olmamıştır (Akbaş 1994, Kumlu 1999). Bu BLUP için avantajdır.

MTDFREML'deki MTDFNRM işletim dosyası, bireylerin akrabalık bağlantılarını kurarken aynı zamanda yanlış girişi yapılmış numaraları da tespit ederek MTDF56 dosyasına kaydetmiştir (Ek 1). Örneğin çalışmamızda birkaç numara hem baba hem de ana sütununda görülmüş ve bu derhal düzeltilmiştir. Yine kuzu sütununda iki tane aynı numaraya rastlanmıştır ve sebebi tespit edilerek sorun giderilmiştir. Geleneksel metodun böyle bir uygulaması bulunmamaktadır. Bu da BLUP için avantaj, geleneksel metot için dezavantajdır.

5.2. Metotların Sonuçlar Bakımından Karşılaştırılması

BLUP metodunda yapılan Ön Test sonucunda doğum tipi önemsiz ($P>0.05$) çıktığından modelden çıkarılmıştır. Literatür incelemesinde bu faktörlerden herhangi biri veya birkaçı sürünün bir özelliği olarak önemsiz (Akçapınar ve Akmaz 1990, Tekin 1994) çıktığı gibi, bütün faktörlerin önemli bulunduğu araştırmalar da vardır (Tekin 1994). Sütten kesim yaşına göre de faktörlerin önemliliği değişebilmektedir (Özbeyaz ve Akcan 2001). Geleneksel metotta böyle bir işlem yapılmamaktadır.

Doğum ağırlığının etkisi her iki metotta da önemli çıkmıştır. Bu, incelenen çalışmalarla paralellik arz ederken, Aksoy ve ark (2001), Tuj ırkı kuzular üzerine yapmış oldukları çalışmada doğum ağırlığını önemsiz bulmuşlardır.

BLUP metodunda tüm akrabalıklar dikkate alındığından Tablo 4'te de görüldüğü gibi ananın genetik ve çevre etkisini hesaplamak mümkün olmuştur (Saatcı 1998, Saatcı ve ark 2002). Baba-bir üvey kardeşler yönteminde anaya ait etkiler ihmal edildiğinden bu etkiyi hesaplamak mümkün olamamıştır (Aritürk 1977b). Bu BLUP için avantaj, geleneksel metot için ise dezavantajdır.

Geleneksel metodun üç uygulamasına ait süttten kesim ağırlığının kalıtım dereceleri birbirinden çok farklı bulunmuştur ($h_{1.Yöntem}^2 = 0.38$, $h_{2.Yöntem}^2 = 0.94$, $h_{3.Yöntem}^2 = 0.12$). REML'la hesaplanan kalıtım derecesi ($h_{REML}^2 = 0.33$), geleneksel metodun 1. Yöntemi ile hesaplanan kalıtım derecesine yakın çıkmıştır. 2. Yöntemle hesaplanan kalıtım derecesi dışındaki metotlara ait kalıtım dereceleri Kızılay (1997), Yalçın (1981), Özcan ve Arıtürk (1965)'ün bildirdiklerine benzer, Saatçı ve ark (2002)'nin yapmış olduğu çalışmada hesaplanan kalıtım derecesinden büyük çıkmıştır. 2. Yöntemle hesaplanan kalıtım derecesinin büyük çıkmasının sebebi düzeltilmiş fenotipik veriler kullanılarak kalıtım derecesinin hesaplanmasından kaynaklanmış olabilir. Çünkü düzeltme yapılmış süttten kesim ağırlığına göre varyans unsurları hesaplandığında, koça ait varyans büyüdüğü halde hata varıansı küçülmüştür.

Geleneksel metoda ait üç yöntemde de damızlık değer bakımından kuzularda sıralamanın değişmemiş olmasına rağmen aldıkları damızlık değerlerin farklı çıkması (Tablo 16), Grafik 1'deki eğrilerin seyri aynı fakat dalgalanmanın farklı olması kalıtım derecelerinin farklılığından kaynaklanmaktadır. Zira damızlık değerler arasındaki korelasyon katsayıları $r=1$ olup $P<0.0001$ düzeyinde önemlidir.

Her iki metodun damızlık değerleri ile süttten kesim ağırlığı arasındaki korelasyonu $P<0.001$ düzeyinde önemli olmasına karşın, korelasyon katsayıları birbirinden çok farklı olmuştur. Geleneksel metotta kuzunun damızlık değerini, tamamen süttten kesim ağırlığı belirlediği için korelasyon %100 olmuştur. Yani bu durum damızlık değeri hesaplama metodundan ileri gelmektedir. Ancak sebebi belli olduğu için sonuçların değerlendirilmesi bakımından bir hataya sebep olmaz.

İki metodun karşılaştırması özet olarak Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20. BLUP metodu ile geleneksel metodun özet olarak karşılaştırılması

| BLUP | Geleneksel |
|---|---|
| İşleyiş bakımından | |
| Kulak numaraları özel bir düzenlemeyi gerektirir | Böyle bir işlem gerektirmez |
| Zor ve dikkatli olmayı gerektirir | Daha kolaydır |
| Hesaplamalar daha uzun zaman alır | Daha az zaman alır |
| Çalışmada kullanılan MTDFREML versiyonu Windows’un 95 versiyonunun üzerindeki versiyonlarda sorun çıkarmıştır | Böyle bir sorun çıkmamıştır |
| Fazla miktarda veriyi değerlendirerek tek bir çıktı halinde sunar | Ek işlemleri gerektirir |
| Sonuçlar bakımından | |
| Daha ayrıntılı istatistikler verir | Ayrıntı daha azdır |
| Fenotipik değerleri bilinmeyenler için damızlık değeri hesaplanabilir | Hesaplanamaz |
| Hesaplamalarda bütün akrabalıkları dikkate alır | Sadece üvey kardeşleri alır |
| Ana ve babalar için de damızlık değeri hesaplamaktadır | Sadece fenotipik değerleri bilinenler için hesaplanabilir |
| Kalıtım derecesi daima pozitif olarak hesaplanır | Nadiren de olsa negatif de hesaplanabilir |
| Pedigride hatalı girilmiş kulak numaralarını tespit eder | Böyle bir uygulama yoktur |
| Tam akrabalığı kurar | Böyle bir uygulama yoktur |

BLUP hesaplamalarının yapıldığı MTDFREML paket programının kullanımının zor olması, çalışma esnasında aşırı dikkat gerektirmesi ve geleneksel metotla hesaplamaların yakın sonuçlar vermesi gibi olumsuzlukları bulunmaktadır.

Fakat daha ayrıntılı istatistikler vermesi, daha çok veriyi işleyebilmesi, üzerinde çalışılan verilerdeki hataları tespit etmesi ve dengesiz verilerde daha hassas sonuçlar alınabilmesi bu programı tercih etme sebebi olabilir. Günümüzde kullanılmakta olan bilgisayar teknolojisi geniş kapsamlı programları kaldırabilecek güçtedir. Geniş kapsamlı ve WINDOWS ortamında çalışan bir program bu olumsuzlukları ortadan kaldıracaktır.

Sonuç olarak, Konya Merinos'u kuzularında 75. Gün sütten kesim ağılığına göre damızlık seçiminde elimizdeki verilere her iki metodun da uygulanabileceği görülmüştür. Konya Hayvancılık Araştırma Enstitüsü gibi kayıtlı yetiştiricilik yapan kurum ve kuruluşlarda bütün yıllara ait veriler mevcut olduğu için seleksiyonun BLUP metoduyla yapılması daha uygundur. Hele daha ayrıntılı istatistik isteniyor ve birden fazla özellik için seleksiyon yapılıyorsa BLUP metodunun tercihi kaçınılmaz olacaktır. Özetle, tek bir yılda damızlık değeri belirleyip koç seçmek için geleneksel metot, çok sayıda veriyi değerlendirmek ve popülasyonu yıllar itibarı ile değerlendirmek için BLUP metodu tercih edilebilir.

6. ÖZET

Bu çalışma, Konya Merinos'u kuzularının sütten kesim ağırlığına göre, geleneksel metot (ANOVA) ve BLUP metotları ile damızlık değerlerini hesaplamak ve her iki metodun kullanılabilirliğini karşılaştırmak ve BLUP metodunun avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

Araştırmada materyal olarak, Konya Hayvancılık Araştırma Enstitüsü'nde yetiştirilen, Konya Merinosu kuzularına ait 1997-2002 yılları arasındaki kayıtlar değerlendirilmeye alınmıştır. Bu 6 yıllık süre içerisinde pedigrileri, kulak numaraları, doğum ağırlıkları ve sütten kesim ağırlıkları bilinen toplam 1167 kuzuya ait veri incelenmiştir.

Hesaplamalarda sütten kesim ağırlığını etkileyen sabit faktörler olarak ana yaşı, cinsiyet, doğum tipi ve yıl alınmıştır. Kovaryet olarak doğum ağırlığı kullanılmıştır. Geleneksel metotta koçlar rasgele faktör olarak kullanılmıştır. BLUP metodunda ise tüm akrabalıkların kullanılması maksadı ile kuzu numaraları yanında ana ve baba numaraları da alınmıştır.

BLUP metoduyla damızlık değer hesaplamaları 6 modelle yapılmıştır ve kalıtım derecesi 0.33 çıkmıştır. Geleneksel metoda ait yöntemlerle hesaplanan kalıtım derecesi 1. Yöntemde 0.38, 2. Yöntemde 0.94 ve 3. Yöntemde 0.12 olmuştur. BLUP metoduyla damızlık değeri hesaplanan 2002'ye ait kuzulardan sıralamada ilk 10'a girenler işletmeye tavsiye edilmiştir.

İşleyiş ve sonuçların güvenilirliği açısından iki metot karşılaştırıldığında, her iki bakımdan da iki metodun avantaj ve dezavantajları olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak, tek bir yıla ait ve az sayıda özelliği ve veriyi içeren araştırmalarda geleneksel metot, birden fazla yıla, özelliğe ve çok sayıda veriye ait araştırmalarda BLUP metodunun kullanılması tavsiye edilebilir.

7. SUMMARY

“The Use of BLUP Method in Ram Selection for Breeding”

This study was carried out to predict the breeding values of weaning weights of lambs by using traditional method and Best Linear Unbiased Prediction (BLUP), to illustrate the advantages and disadvantages of both methods.

Konya Merino Lambs reared Animal Research Intitute in Konya between years 1997-2002 were used as research material. Total of 1167 lambs having pedigree, birth weight and weaning weight records were included into the analyses.

Dam age, sex, birth type and year were taken into the account of fixed effects for weaning weight. Birth weight was included into the analyses as a covariate. Rams were used as random effect for traditional method. Individual animal model with the identification number of animal, sire and dam were used for the BLUP procedure.

Breeding values were calculated by BLUP procedure using six models, and heritability was estimated as 0.33. Heritabilities traditional methods by using 1st, 2nd and 3rd were estimated as 0.38, 0.94, 0.12 respectively.

Lambs in the first top ten, according to predicted breeding values by BLUP method were recommended to the institute as breeding rams.

Both BLUP and traditional methods were compared in terms of the processing and results, and advantages and disadvantages of these methods were discussed.

It is concluded that, if the small number of data in a year, traditional method might be used. But if there are great number of data in several years, BLUP method is to be recommended.

8. KAYNAKLAR

Akbaş Y (1988) *Hayvan Islahında Verilerin Standardizasyonunda Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması*, II. Ulusal Zootekni Kongresi, 22-25 Eylül, Bursa, Türkiye.

Akbaş Y (1994) *Damızlık Değerin "En İyi Sapmasız Tahminleyicisi" BLUP Yöntemi*, Hayvansal Üretim Dergisi, 35:13-22.

Akbaş Y (1995) *Seleksiyon İndeksi ve Farklı BLUP Uygulamalarının Karşılaştırılması*, II. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu 1-2 Haziran s: 393-406 Atatürk Kültür Merkezi İzmir.

Akbaş Y (1998) *Hayvan Islahında Varyans Unsurları ve Damızlık Değerin Tahminlenmesinde Kullanılan Bazı Bigisayar Programları*, II. Ulusal Tarımda Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu 28-30 Eylül, Konya.

Akbaş Y (2000) *Hayvan Islahına Yönelik Verilerin Değerlendirilmesinde Son Gelişmeler*, TYUAP Ege-Marmara Dilimi 2000 Yılı Hayvancılık Bilgi Alış Veriş Toplantısı Bildirileri, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 97, Menemen, İzmir.

Akbaş Y, Settar P ve Türkmüt L (1993) *Kanatlılarda Yumurta Verimi Özellikleri İçin Dört Farklı Varyans Komponent Tahminleme Yönteminin Karşılaştırılması*, Uluslararası Tavukçuluk Kongresi 13-14 Mayıs S: 459-466 İstanbul.

Akçapınar H (1994) *Koyun Yetiştiriciliği* Medisan Yayın Serisi No: 8, 1. Baskı, Ankara.

Akçapınar H ve Kadak R (1982) *Morkaraman ve Kangal - Akkaraman Kuzularının Büyüme ve Yaşama Kabiliyeti Üzerinde Karşılaştırmalı Araştırmalar*, Cilt:7 Sayı:1-2 Elazığ.

Akçapınar H ve Özbeyaz C (1999) *Hayvan Yetiştiriciliği Temel Bilgileri*, Kariyer Matbaacılık Ltd. Şti. Baskı: 1 Ankara.

Akçapınar H, Tekin ME, Ramazan K, Akmaz A ve Müftüoğlu Ş (1992) *Merinos*,

Alman Siyah Başlı Etçi x Merinos, Hampshire Down x Merinos ve Lincoln x Merinos (F₁) Kuzularının Büyüme, Besi ve Karkas Özellikleri, Hayvancılık Araştırma Dergisi, 2, 2, 18-23.

Akmaz A ve Akçapınar H (1990) *Koç Katımı Öncesinde ve Gebeliğin Son Döneminde Farklı Düzeyde Beslemenin Konya Merinosu Koyunlarında Döl Verimine ve Kuzularda Büyüme ve Yaşama Gücüne Etkileri*, Doğa - Tr. J of Veterinary and Animal Sciences 14, 301-319.

Akmaz A, Kadak R ve Akçapınar H (1999) *Anadolu (Konya) Merinosu, Hampshire Down X Anadolu Merinosu ve Alman Siyah Baş X Anadolu Merinosu F₁ ve G₁ Kuzularında Besi ve Karkas Özellikleri*, Tr. J of Veterinary and Animal Sciences 23 Ek Sayı 3.507-515.

Akmaz A, Kadak R, Tekin ME, Deniz S ve Nazlı M (1992) *Konya Merinoslarında Farklı Dönemlerde Sütten Kesmenin Kuzularda Büyüme ile Koyunlarda Süt ve Yapağı Verimine Etkisi*, Hayvancılık Araştırma Dergisi, 2, 2, 1-7.

Aksoy AR, Saatçı, Özbey M, Dalcı MT (2001) *Tuj Irkı Koyunların Verim Özellikleri I. Döl Verimi ve Büyüme* SÜ Vet Fak Veteriner Bilimler Dergisi 17, 1, 73-77 Mart, KONYA.

Anonim (1999) *BLUP and SIL*, <http://drangey.krokur.is/~gudhall/blup.html>

Anonim (2002) *Quercus Quantitative Genetics Software*,
<http://www.cbs.umn.edu/eeb/quercus.html>

Anonim (2003) *DMU*

http://www.dmu.dk/1_Om_DMU/2_afdelinger/3_vibi/medarbejdere2.asp?PersonID=pwi

Arıtürk E (1977a) *Genel Zootečni*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.

Arıtürk E (1977b) *Evcil Hayvanlar Genetiği*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.

Arıtürk E (1977c) *Hayvancılıkta Uygulanan Yetiştirme ve Islah Yöntemleri*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.

Arıtürk E ve Yalçın BC (1966) *Hayvan Yetiştirilmede Seleksiyon*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.

Blasco 'A (2001) *The Bayesian Controversy in Animal Breeding*, J. Anim. Sci. 79 : 2023-2046

Boldman KG ve Van Vleck LD (1995) *Comparison of Simplex and Powell's Search Methods for DFREML*, "A Manual for Use of MTDFREML" KG Boldman, LA Kriese, LD Van Vleck, CP Van Tassell ve SD Kachman U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, University of Nebraska, Lincoln NE 68583-0908.

Bourdon RM (1997) *Understanding Animal Breeding*, Prentice Hall Upper Saddle River NJ 07458

Brash LD, Fogarty NM, Gilmore AR ve Luff AF (1992) *Genetic Parameters for Liveweight and Ultrasonic Fat Depth in Australian Meat and Dual-Purpose Sheep Breeds*, Aust. J. Agric. Res. 43, 831-41.

Carabano MJ, Van Vleck JD, Wiggins GR ve Alenda R (1988) *Estimation of Genetic Parameters for Milk and Fat Yields of Dairy Cattle in Spain and the United States*, Departamento de Produccion Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias 28040 Madrid Spain.

Dempfle L (1990) *Problems in the Use of the Relationship Matrix in Animal Breeding*, "Advances in Statistical Methods for Genetic Improvement of Livestock" Daniel Ganola ve Keith Hammond 2131/3145(3011)-543210 Springer-Verlag 2-12 Berlin Heidelberg in Germany.

Dong MC ve Van Vleck LD (1988) *Estimate of Genetic and Environmental (Co)Variances for First Lactation Milk Yield, Survival, and Calving Interval*, Department of Animal Science Cornell University Ithaca, NY 14853

Düzgüneş O, Elçin A ve Akman N (1987) *Hayvan Islahı*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1003 Ankara.

Düzgüneş O, Kesici T ve Gürbüz F (1983) *İstatistik Metotları I*, Ankara Üniversitesi

Ziraat Fakültesi Yayınları: 861 Ders Kitabı: 229 S:172-190 Ankara.

Elzo MA, Manrique C ve Ossa G (1997) *Genetic Evaluation of Criollo Cattle and Their Crossbreds in Colombia*, J CORPOICA 2(1):34-44 Colombia.

Gianola D, Im S ve Macedo FW (1990) *A Framework for Prediction of Breeding Value*, "Advances in Statical Methods for Genetic Improvement of Livestock" Daniel Ganola ve Keith Hammond 2131/3145(3011)-543210 Spriger-Verlag 2-12 Berlin Heidelberg in Germany.

Graser HU (1990) *Prediction and Estimation of Genetic Merit Beyond*, "Advances in Statical Methods for Genetic Improvement of Livestock" Daniel Ganola ve Keith Hammond 2131/3145(3011)-543210 Spriger-Verlag 2-12 Berlin Heidelberg in Germany.

Harville DA (1990) *BLUP (Best Linear Unbiased Predictor) and Beyond*, "Advances in Statical Methods for Genetic Improvement of Livestock" Daniel Ganola ve Keith Hammond 2131/3145(3011)-543210 Spriger-Verlag 2-12 Berlin Heidelberg in Germany.

Harville DA ve Callanan TP (1990) *Computational Aspects of Likelihood-Based Iference for Variance Components*, "Advances in Statical Methods for Genetic Improvement of Livestock" Daniel Ganola ve Keith Hammond 2131/3145(3011)-543210 Spriger-Verlag 2-12 Berlin Heidelberg in Germany.

Henderson CR (1990) *Statical Methods in Animal Improvment: Historical Overview*, "In Advances in Statical Methods for Genetic Improvement of Livestock" E Bresler, Bet-Dagan, GW Thmas, Lexington, LD Van Vleck, Ithaca 2131/3145(3011)-543210 Spriger-Verlag 2-12 Berlin Heidelberg in Germany

Hill WG (1990) *Considerations in the Design of Animal Breeding Experiments* "Advances in Statical Methods for Genetic Improvement of Livestock" Daniel Ganola ve Keith Hammond 2131/3145(3011)-543210 Spriger-Verlag 2-12 Berlin Heidelberg in Germany.

Jiang J (1997) *A Derivaton of BLUP - Best Linear Unbiased Predictor*, Statistic &

Probability Letters 32, 321-324.

Kachman SD (1995) *Modifications to SPARSPAK to Find Constraints*, “A Manual for Use of MTDFREML” KG Boldman, LA Kriese, LD Van Vleck, CP Van Tassell ve SD Kachman U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, University of Nebraska, Linkoln NE 68583-0908.

Kadak R, Akçapınar H, Tekin ME, Akmaz A ve Müftüoğlu Ş (1993) *Alman Siyah Başlı Etçi x Akkaraman, Hampshire Down x Akkaraman, Alman Siyah Başlı Etçi x İvesi ve Hampshire Down x İvesi(F1) Kuzuların Büyüme Besi ve Karkas Özellikleri*, Hayvancılık Araştırma Dergisi 3, 1, 1-7.

Kaps M, Herring WO ve Lamberson WR (1999) *Genetic and Environmental Parameters for Mature Weight in Angus Cattle*, American Society of Animal Science, USA.

Kennedy BW (1990) *Use of Mixed Model Methodology in Analysis of Designed Experiments*, “Advances in Statical Methods for Genetic Improvement of Livestock” Daniel Ganola ve Keith Hammond 2131/3145(3011)-543210 Spriger-Verlag 2-12 Berlin Heidelberg in Germany.

Kızılay E (1997) *Acıpayam Kuzularında Yaşama Gücü ve Gelişme Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma*, International Animal, 129, 111.

Knuiman MW ve Laird NM (1990) *Parameter Estimation in Variance Component Models for Binary Response Data*, “In Advances in Statical Methods for Genetic Improvement of Livestock” Daniel Ganola ve Keith Hammond 2131/3145(3011)-543210 Spriger-Verlag 2-12 Berlin Heidelberg in Germany.

Kriese LA, Van Tassell CP, Boldman KG ve Van Vleck LD (1995) *A Set of Programs to Obtain Estimates of Variances and Covariances*, “A Manual for Use of MTDFREML” US Department of Agriculture Research Service USA

Kumlu S (1999) *Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiriciliği Merkez Birliği Yayınları No:1*, Ankara:

Lasley JF (1972) *Genetics of Livestock Improvment*, Prentice-Hall Inc Engle Cliffs

New Jersey.

Lele S ve Taper ML (2002) *A Composite Likelihood Approach to (Co)Variance Components Estimation*, Journal of Statistical Planning and Inference 103, 117-135.

McCulloch (1994) *Maximum Likelihood Variance Components Estimation for Binary Data* Journal of American Statistical Association 89, 425, March.

Meyer K (1992) *Variance Components due to Direct and Maternal Effects for Growth Traits of Australian Beef Cattle*, Livestock Production Science, 31, 179- 204 Elsevier Science Publisher B. V. Amsterdam.

Meyer K (1998) *DFREML Version 3.0 β User Notes*, Web Address: <http://agbu.une.edu.au/kmeyer/hompage.html>.

MINITAB for Windows r:12.1 (1998) *MINITAB Inc 814-238-3280*

Misztal I (1994) *Software Packages in Animal Breeding*, Universite of Illinois Urbana IL 61801 USA.

Obata T (2001) *Introduction to Livestock Genetic Improvement and Current Status of Livestock Breeding in Japan*, National Institute of Agrobiological Sciences Dep. of Planning and Coordination Kannondai 2-1-2 Tsukuba, Ibaraki 305-8602 Japan.

Özbey O ve Akcan A (2001) *Morkaraman, Akkaraman ve İvesi Koyunlarının Yarı Entansif Şartlardaki Verim Performansı II. Kuzularda Büyüme ve Yaşama Gücü Özellikleri* SÜ Vet Fak Veteriner Bilimler Dergisi 17, 1, 57-66 Mart, KONYA.

Özcan H ve Arıtürk E (1965) *Koyun ve Sığır Irklarının Genetiği*, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları No:183 Ankara.

Rao PSRS ve Heckler CE (1997) *The Three-Fold Nested Random Effects Model*, Journal of Statistical Planning and Inference 64, 341-352.

Rosati A, Mousa E, Van Vleck LD ve Young LD (2001) *Genetic Parameters of Reproductive Traits in Sheep*, Roman L. Hruska US Meat Animal Research Center, ARS, USDA, USA.

- Saatci M (1998)** *Genetic Parameters of Production Traits in Welsh Mountain Sheep*, Doktora Tezi, University of Wales Bangor, Gwynedd, United Kingdom.
- Saatci M, Ap Dewi I ve Ulutaş Z (2002)** *Effects of Embryo- Transfer, Recipient- Donor Mother and Environment on Lamb Weaning Weight and Variance Components*, Turk J Anim Sci 26, 215-220.
- Sakul H ve Kellom TR (1996)** *Heritability of Entropion US Sheep Breeds*, USDA, ARS, US Sheep Experiment Station ID 83423, USA.
- Searle SR (1997)** *Bias Reduction of Autoregressive Estimates in Time Series Regression Model Through Restricted Maximum Likelihood*, American Statistician, Feb, Vol. 51 Issue 1, p19, 3p.
- Smith SP (1990)** *Estimation of Genetic Parameters in Non-Linear Models*, Advances in Statical Methods for Genetic Improvement of Livestock” Daniel Ganola ve Keith Hammond 2131/3145(3011)-543210 Spriger-Verlag 2-12 Berlin Heidelberg in Germany.
- Soysal Mİ ve Tuncay Tuna (2000)** *Hayvan Islahının Genetik Prensipleri (Uygulama Notları)* , Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 78 Tekirdağ.
- Tekin ME (1994)** *Merinos, Akkaraman ve İvesi Yerli Koyun Irklarının Bazı Etçi Irklar ile Melezlenmesinden Elde Edilen Melez (G1) Kuzuların Süt Emme Dönemindeki Büyüme ve Yaşama Gücü*, Vet. Bil. Derg., 10, 1-2, 143-147.
- Tekin ME (2000)** *Varyasyon Kaynakları ve Çevre Faktörlerinin İstatistiksel Eliminasyonu*, S: 1-13 Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi, Konya.
- Tekin ME ve Akçapınar H (1994)** *Türk Merinosu ve Lincoln X Türk Merinosu (F1) Melezi Kuzuların Büyüme, Besi ve Karkas Özelliklerinin Karşılaştırılması. I. Büyüme ve Yaşama Gücü* Tr. J of Veterinary and Animal Science. 18, 181-187 TÜBİTAK.
- Tekin ME, Gürkan M, Karabulut O ve Düzgün H (2001)** *Merinos, Akkaraman ve İvesi Irklarının Bazı Etçi Irklar ile Melezlerinde (Hasmer, Hasak, Hasiv ve*

Linmer) Performans Test ve Seleksiyon Çalışmaları I. Dölverimi ve Yaşama Gücü, Hayvancılık Araştırma Dergisi, 11, 2: 1-8 Konya.

Thompson R (1990)a *Generalized Linear Models for Applications to Animal Breeding*, “Advances in Statical Methods for Genetic Improvement of Livestock” Daniel Ganola ve Keith Hammond 2131/3145(3011)-543210 Spriger-Verlag 2-12 Berlin Heidelberg in Germany.

Thompson R (1990b) *Estimation of Genetic Parameters Beyond* “Advances in Statical Methods for Genetic Improvement of Livestok” Daniel Ganola ve Keith Hammond 2131/3145(3011)-543210 Spriger-Verlag 2-12 Berlin Heidelberg in Germany.

Ünalın A ve Cebeci Z (2000) *Alman Alaca X Kıl Melezi Keçilerde Genetik Parametre Tahminleri Üzerine Bir Çalışma* Türk J Vet Animal Sci. 25, 527- 531 TÜBİTAK.

Van Vleck LD (1997) *Charls Roy Henderson, 1911 - 1989: A Brief Biography*, J. Anim. Sci.

Van Vleck LD and Boldman KG (1995) *Theoretical Considerations for MTDFREML* “A Manual for Use of MTDFREML” KG Boldman, LA Kriese, LD Van Vleck, CP Van Tassell ve SD Kachman U. S. Departman of Agriculture, Agricultural Research Service, University of Nebraska, Linkoln NE 68583-0908.

Van Vleck LD, Kriese LA and Boldman KG (1995) *Alternative Modals and Shared Experiences with MTDFREML* “A Manual for Use of MTDFREML” KG Boldman, LA Kriese, LD Van Vleck, CP Van Tassell ve SD Kachman U. S. Departman of Agriculture, Agricultural Research Service, University of Nebraska, Linkoln NE 68583-0908.

Vanlı Y, Özsoy MK, Baş S ve Kaygısız (2002) *Populasyon ve Biyometrik Genetik* Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 286

Verrier E (2001) *Marker Asisted Selection for the Improvement of Two Antagonistic Traits Under Mixed Inheritance*, Genet. Sel. Evol. 33, 17-18 INRA, EDP

Sciences France.

Yalçın BC (1981) *Genel Zootekni Ders Kitabı*, İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları Rektörlük No: 2769, Dekanlık No: 1, İstanbul.

Yılmaz A ve Akmaz A (2000) *Farklı Mevsimlerde Doğan Konya Merinosu Kuzularda Büyüme Özellikleri*, Vet. Bil. Derg. 16,2:145-151



9. EKLER

EK - 1. MTD56

Started 09:53:53.73 on 10/11/1992

+++++

PROGRAM "MTDFNRM"-Calculate A-1 for "MTFRUN" and recode IDs
for "MTDFPREP"

Version to use Westell grouping strategy

+++++

OPTION FOR CALCULATION OF A-1

FOR ANIMAL SIRE DAM TYPE 0

FOR ANIMAL SIRE MGS TYPE ... 1

OPTION CHOSEN FOR THIS ANALYSIS = 0

MAXIMUM ID = 999999

MINIMUM ID = 0

PEDIGREE FILE OPENED, IUN33 = d:\yen\m.dat

REORDERED ANIMAL FILE OPENED, IUN11 = MTD56

FILE FOR A-1 ELEMENTS OPENED, IUN44 = MTD56

FILE FOR IDS AND INBREEDING COEFFICIENTS OPENED

THIS FILE WILL CONTAIN ANIMAL, SIRE, AND DAM

RECODED AND ORIGINAL IDS FOLLOWED BY THE

INBREEDING COEFFICIENT FOR EACH

NO. INTEGER FIELDS PER RECORD IN IUN33 = 3

ANIMAL ID IN POSITION 1

SIRE ID IN POSITION 2

DAM (MGS) ID IN POSITION ... 3

NO. OF GENETIC GROUPS FOR CALCULATION OF W = 0

The current time is: 09:54:45.20

NO. OF PEDIGREES READ = 1167

NO. OF DIFFERENT ANIMALS = 1519

INCLUDES NO. OF GENETIC GROUPS = 0

END OF FIRST PASS

The current time is: 09:54:45.31

END OF SORT

The current time is: 09:54:45.31

| | | |
|------------------------|---|----|
| FIRST 10 REORDERED IDs | 1 | 1 |
| FIRST 10 REORDERED IDs | 2 | 31 |
| FIRST 10 REORDERED IDs | 3 | 38 |
| FIRST 10 REORDERED IDs | 4 | 40 |
| FIRST 10 REORDERED IDs | 5 | 48 |
| FIRST 10 REORDERED IDs | 6 | 51 |

| | | |
|------------------------|----|----|
| FIRST 10 REORDERED IDs | 7 | 53 |
| FIRST 10 REORDERED IDs | 8 | 55 |
| FIRST 10 REORDERED IDs | 9 | 69 |
| FIRST 10 REORDERED IDs | 10 | 77 |

ID VECTOR WRITTEN IN ORDER TO IUN11

The current time is: 09:54:45.42

SIRE AND DAM IN PEDIGREE REORDERED IN IVECS AND IVECD

The current time is: 09:54:45.58

CALCULATION OF A-1 FROM ANIMAL SIRE DAM (IOPT = 0)

| | | |
|---|---|---------------|
| NON-ZERO HS ELEMENTS FOR NRM INVERSE | = | 5020 |
| LOG DETERMINANT OF NRM | = | -808.90275971 |
| NUMBER OF INBRED ANIMALS | = | 8 |
| ... WITH AVERAGE INBREEDING COEF | = | .18750000 |
| TOTAL NO. OF ANIMALS INCLUDING BASE AND GENETIC GROUPS | = | 1519 |

The current time is: 09:54:46.30

The elapsed time was: 00:00:01.10

EK - 2. MTDF66

Started 12:09:01.72 on 10/11/1992

+++++

PROGRAM "MTDFPREP" - Setup W=X:Z matrix for MT-IAM
Last revised 07-29-94

+++++

Data set description :

| | | |
|-------------------------------------|---|------|
| No. of data lines in Unit 33 | = | 1167 |
| No. of integer variables per record | = | 6 |
| No. of real variables per record | = | 2 |
| No. of traits | = | 1 |
| No. of valid records | = | 1167 |
| No. of RECORDS in Unit 33 | = | 1167 |
| No. of animals with valid records | = | 1167 |
| No. of animals in A-1 | = | 1519 |
| Order of MME (before constraints) | = | 3056 |

Results for trait 1 - ska (position 2)
 No. of records = 1167 (missing value: .0000 No. missing = 0)

| Trait | Mean | SD | CV | Min | Max | Std Min | Std Max |
|-------|---------|---------|-------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | 19.5170 | 4.29502 | 22.01 | 6.4879 | 43.000 | -3.03 | 5.47 |

No. of covariates = 1
 1: 1 regression coefficients for da (MME rows: 1 - 1)

Statistics for covariates:

| Cov. | Mean | SD | CV | Min | Max | Std Min | Std Max |
|------|---------|---------|-------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | 4.25788 | .796343 | 18.70 | 2.0000 | 6.9000 | -2.84 | 3.32 |

No. of fixed effects = 3
 1: 9 levels for ay (MME rows: 2 - 10)

| Level | Value | No. | % | Mean |
|-------|-------|-----|-------|--------|
| 1 | 1 | 32 | 2.74 | 21.360 |
| 2 | 2 | 218 | 18.68 | 19.085 |
| 3 | 3 | 217 | 18.59 | 20.288 |
| 4 | 4 | 233 | 19.97 | 20.353 |
| 5 | 5 | 170 | 14.57 | 19.365 |
| 6 | 6 | 168 | 14.40 | 18.214 |
| 7 | 7 | 113 | 9.68 | 19.158 |
| 8 | 8 | 14 | 1.20 | 17.443 |
| 9 | 9 | 2 | .17 | 13.291 |

2: 2 levels for c (MME rows: 11 - 12)

| Level | Value | No. | % | Mean |
|-------|-------|-----|-------|--------|
| 1 | 1 | 586 | 50.21 | 20.040 |
| 2 | 2 | 581 | 49.79 | 18.989 |

3: 6 levels for y (MME rows: 13 - 18)

| Level | Value | No. | % | Mean |
|-------|-------|-----|-------|--------|
| 1 | 1997 | 70 | 6.00 | 18.852 |
| 2 | 1998 | 245 | 20.99 | 17.070 |

| | | | | |
|---|------|-----|-------|--------|
| 3 | 1999 | 192 | 16.45 | 20.257 |
| 4 | 2000 | 238 | 20.39 | 20.729 |
| 5 | 2001 | 124 | 10.63 | 21.187 |
| 6 | 2002 | 298 | 25.54 | 19.545 |

No. of animals in A-1 = 1519 (MME rows: 19 - 1537)

No. of 2nd animal effects = 1
 1: 1519 levels for anasal genetik etki (MME rows: 1538-3056)

No. of uncorrelated random effects = 0

 Order of MME (before constraints) = 3056

Covariates = 1

| Trait | No. | Name | Position | Coeff. | Rows |
|-------|-----|------|----------|--------|-------|
| 1 | 1 | da | 1 | 1 | 1 - 1 |

Fixed effects = 3

| Trait | No. | Name | Position | Levels | Rows |
|-------|-----|------|----------|--------|---------|
| 1 | 1 | ay | 4 | 9 | 2 - 10 |
| 1 | 2 | c | 5 | 2 | 11 - 12 |
| 1 | 3 | y | 6 | 6 | 13 - 18 |

Animal effects = 1

| Trait | No. | Name | Position | Levels | Rows |
|-------|-----|--------------------|----------|--------|-----------|
| 1 | 1 | Animal w/ full A-1 | 1 | 1519 | 19 - 1537 |

2nd Animal effects = 1

| Trait | No. | Name | Position | Levels | Rows |
|-------|-----|---------------------|----------|--------|-------------|
| 1 | 1 | anasal genetik etki | 3 | 1519 | 1538 - 3056 |

Files written:

MTDF21 (ascii): Labels for covariates and fixed effects
 MTDF50 (ascii): Model information
 MTDF51 (binary): Recoded W=X:Z elements
 MTDF52 (binary): W summary for each animal

The elapsed time was: 00:00:00.38

EK - 3. MTD76

Started 12:11:32.44 on 10/11/1992 ,

+++++

PROGRAM "MTDFRUN" - Estimate Covariance Components for MT-IAM
Last revised 2/ 2/ 96

+++++

Cold start, i.e., not a continuation of previous run
Run option 1: iterate for variance components

0 constraints imposed by user

(Co)variances in model:

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| No. in likelihood calculation | = | 4 |
| No. to be held constant | = | 1 |
| No. to be maximized | = | 3 |

Starting values for this run:

G matrix:

| | |
|-----|-----|
| 1.0 | .0 |
| .0 | 1.0 |

C matrix:

R matrix:

10.0

size and rank are: 3056 3054

** FSPAK solve called **

** FSPAK solve completed **

The elapsed time was: 00:00:00.00

Warning! non full rank matrix

Value corresponds to a generalized inverse

**** FSPAK ***

MPE / IM / MAE
Jun 1994

SPARSE STATISTICS

| | | |
|-------------------------|---|---------|
| DIMENSION OF MATRIX | = | 3056 |
| RANK | = | 3054 |
| STORAGE AVAILABLE | = | 2888004 |
| MAXIMUM NEEDED | = | 184275 |
| NZE IN UPPER TRIANGULAR | = | 28319 |
| NZE IN FACTOR | = | 29903 |
| NO. OF CALLS NUM FACT | = | 1 |
| NO. OF CALLS SOLVE | = | 1 |
| NO. OF CALLS SPARS SOLV | = | 0 |
| NO. OF CALLS DET / LDET | = | 1 |

```

NO. OF CALLS SPARS INV = 0
TOTAL CPU TIME IN FSPAK = 1.200000
TIME FOR FINDING ORDER = .940000
TIME FOR SYMBOLIC FAC = .050000
TIME FOR NUMERICAL FAC = .160000
TIME FOR SOLVE = .000000
TIME FOR SPARSE SOLVE = .000000
TIME FOR SPARSE INVERSE = .000000

```

***** RESULTS FROM SIMPLEX *****

OPTIONS SET FOR THIS RUN:

```

MAXIMUM NO. OF SIMPLEX ITERATES ALLOWED = 500
MINIMUM VARIANCE OF FUNCTION VALUES IN SIMPLEX = 1.000000000

```

RESULTS FOR THIS RUN:

```

NO. OF SIMPLEX ITERATIONS CARRIED OUT = 3
NO. OF LIKELIHOODS EVALUATED = 9
NO. OF NON-PERMISSABLE PARAMETER VECTORS = 0
NO. OF FAILED CONTRACTIONS = 0
VARIANCE OF SIMPLEX FUNCTION VALUES = .9470553685
Convergence criterion attained

```

Final Simplex: (++) best L; *** parameter held constant)

```

          ***
      1      4186.896625      1.1333      .0000      1.1333      11.3333
++  2      4186.824819      1.1593      .0000      1.0037      10.9259
      3      4188.916557      1.2222      .0000      .8889      12.2222
      4      4187.713134      1.0000      .0000      1.0000      12.0000
-2 log L =      4186.8248192732      ( 2)      Var =      .9470553685

```

Estimates:

GENETIC VARIANCES AND COVARIANCES :

```

          a1      m1
a1 :      1.15926      .00000
m1 :      .00000      1.00370

```

ENVIRONMENTAL VARIANCES AND COVARIANCES :

```

          e1
e1 :      10.92593

```

PHENOTYPIC VARIANCES AND COVARIANCES :

```

          p1
p1 :      13.08889

```

HERITABILITIES AND GENETIC CORRELATIONS

```

          a1      m1
a1 :      .09
m1 :      .00      .08

```

ENVIRONMENTAL PROPORTION OF TOTAL VARIANCE AND CORRELATIONS

```

          e1
e1 :      .83

```

Files written:

MTDF4 (ascii): Parameter file (IUN5) for "cold" restart
MTDF54 (ascii): Last simplex
MTDF58 (binary): SPARSPAK reordering
MTDF59 (ascii): Constraints imposed
MTDF68 (ascii): Likelihoods by rounds
MTDF67 (ascii): Sampling variances if requested
MTDF72 (ascii): Predicted BVs and PEVs if requested
MTDF76 (ascii): Program log file
MTDF77 (ascii): Solutions for covariates and fixed effects if
requested
MTDF78 (ascii): Solutions for trait within animal if requested
MTDF79 (ascii): Solutions for independent random effects if
requested

The current time is: 12:16:39.31

Total time of analysis

The elapsed time was: 00:00:11.32



EK - 4. MTFD72

If genetic groups are used in the model the SEP
 are okay but the rTI are incorrect unless
 group effects are estimated perfectly!!!
 Genetic variances used in order
 1.159259259259259

| animal | F | PBV | SEP | Rti | PBV | SEP | Rti | PBV | SEP | Rti |
|--------|-----|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | PBV | SEP | Rti | PBV | SEP | Rti | PBV | SEP | Rti |
| | | PBV | SEP | Rti | PBV | SEP | Rti | PBV | SEP | Rti |
| | | PBV | SEP | Rti | PBV | SEP | Rti | PBV | SEP | Rti |
| 1 | .00 | .078 | 1.04 | .26 | | | | | | |
| 31 | .00 | -.257 | 1.05 | .24 | | | | | | |
| 38 | .00 | .179 | 1.05 | .23 | | | | | | |
| 40 | .00 | -.210 | 1.05 | .20 | | | | | | |
| 48 | .00 | .325 | 1.04 | .25 | | | | | | |
| 51 | .00 | .278 | 1.05 | .20 | | | | | | |
| 53 | .00 | .271 | 1.04 | .25 | | | | | | |
| 55 | .00 | -.074 | 1.04 | .26 | | | | | | |
| 69 | .00 | -.478 | 1.05 | .23 | | | | | | |
| 77 | .00 | .576 | 1.04 | .27 | | | | | | |
| : | : | : | : | : | | | | | | |
| : | : | : | : | : | | | | | | |
| 229787 | .00 | .521 | .95 | .47 | | | | | | |
| 229793 | .00 | .067 | .94 | .49 | | | | | | |
| 229795 | .00 | .262 | .99 | .40 | | | | | | |
| 229796 | .00 | .109 | .94 | .49 | | | | | | |
| 229801 | .00 | -.007 | .97 | .44 | | | | | | |
| 229805 | .00 | .460 | .96 | .45 | | | | | | |
| 229806 | .00 | .642 | .97 | .43 | | | | | | |
| 229812 | .00 | -.240 | .96 | .45 | | | | | | |
| 229816 | .00 | -.426 | .96 | .46 | | | | | | |
| 229843 | .00 | .109 | .94 | .49 | | | | | | |

10. ÖZGEÇMİŞ

1967'de Adıyaman'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Adıyaman'da tamamladı. 1987 yılında İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi'ne girdi. Fakülteden 1993 yılında mezun oldu. 1994 - 1995 yılları arasında vatani görevimi tamamladı. 1996 yılında araştırma görevlisi olarak Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nde göreve başladı. Aynı yıl Selçuk Üniversitesi'nin açmış olduğu doktora imtihanını kazandı. Halen aynı üniversitede doktora devam etmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.



11. TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan verilerini temin ettiğim Konya Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Koyunculuk Şubesi personeline, BLUP metodunun öğrenilmesi ve kavranılmasını sağlayan Yrd. Doç. Dr. Mustafa Saatçı'ya, araştırmaya mali yönden destekle olan Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (HÜBAK)'ne, imkanlarını kullanmış olduğum Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootekni Anabilim Dalı'na ve doktora süresince her türlü fedakarlığa katlanan eşime teşekkür ederim.

