

BILDIRCINLARDA CANLI AĞIRLIĞIN KALITIM DERECESİNİN HESAPLANMASINA VERİ SAYISININ ve FARKLI HESAPLAMA YÖNTEMLERİNİN ETKİSİ*

Tamer Çağlayan 1@

Şeref İnal¹

Effect of Offspring Numbers and Different Methods on Estimation of Heritability for Body Weight in Japanese Quail

Özet: Bu çalışma, bıldırcınların 5. hafta canlı ağırlığının farklı sayıda veri kullanılarak kalıtım derecesinin hesaplanmasında "Baba-bir kardeşler korelasyonu", "Ebeveyn-yavru korelasyonu", "Yavru-ebeveyn regresyonu" ve "REML (Sınırlandırılmış maksimum olabilirlik)" metotlarının karşılaştırılması amacıyla, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ünitesinde, aynı çevre şartlarında bulunan ve 5 haftalık yaşta olan 21 erkek ve 105 adet dişi Japon bıldırcınından (*Coturnix coturnix japonica*) elde edilen 1752 adet bıldırcın kullanılmıştır. Bıldırcınların 5. hafta canlı ağırlığına etki eden en önemli faktörlerden olan cinsiyet faktörüne göre canlı ağırlıklar düzeltildikten sonra hassas örnekleme metodu ile seçilen 945, 840, 735, 630 ve 525 adet bıldırcından her metot için ayrı ayrı kalıtım dereceleri hesaplanmıştır. Cinsiyet faktörüne göre düzeltilmemiş 5. hafta canlı ağırlıklarından elde edilen kalıtım dereceleri 0.089 ile 0.610 arasında değişen değerler almıştır. Cinsiyet faktörüne göre düzeltilmiş 5. hafta canlı ağırlıklarından hesaplanan kalıtım dereceleri 0.091 ile 0.590 arasında değişen değerler almıştır. Cinsiyet faktörüne göre düzeltilmemiş ve düzeltilmiş 5. hafta canlı ağırlıklarından elde edilen kalıtım dereceleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Baba-bir kardeşler korelasyonu metodu ile elde edilen kalıtım dereceleri genel olarak düşük, ebeveyn-yavru korelasyonu, yavru-ebeveyn regresyonu ve REML metotlarında elde edilen kalıtım derecelerinin ise orta ve yüksek derecede olduğu tespit edilmiştir. Baba-bir kardeşler korelasyonu, ebeveyn-yavru korelasyonu ve REML metotlarında veri sayısı azaldıkça kalıtım derecelerinin büyüdüğü, yavru-ebeveyn regresyonu metodunda ise veri sayısının fazla bir etkinliğinin olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kalıtım derecesi, Hesaplama metotları, Veri sayısı, Canlı ağırlık, Japon bıldırcını

Summary: The purpose of this study is to compare half-sib correlations, parent-offspring correlations, parent-offspring regression and REML methods for estimating heritability for 5-weeks body weight in Japanese quail. In this investigation, 1752 chicks at 5-weeks old were obtained from 21 male and 105 female quail and used as the animal material. Animals were reared at the Veterinary Faculty Farm of Selçuk University, Turkey. After correcting the 5-weeks body weights for sex effect, heritabilities were re-estimated. In addition; 945, 840, 735, 630 and 525 quails were selected from 1752 quails by using sensitive-separation (sampling) method, and heritabilities were estimated for each method. Heritabilities of 5-week body weights from the non-standardized and standardized data sets according to sex factor were estimated between 0.089-0.610 and between 0.091-0.590 respectively. Differences between the heritability estimations from the standardized and non-standardized 5-week body weights were not statistically important ($P>0.05$). Heritabilities estimated by using half-sib correlations method were generally low. However, heritabilities estimated by parent-offspring correlations, parent-offspring regression and REML methods were moderate or high. Estimated heritabilities were increased while offspring numbers were gradually decreased in half-sib correlations, parent-offspring correlations and REML methods. On the other hand, we observed that the number of offspring had no significant effect on heritability estimation in parent-offspring regression method.

Key Words: Heritability, Estimation methods, Offspring number, Body weight, Japanese quail

Giriş

Bıldırcınlarda değişik yaş dönemlerinde canlı ağırlığın kalıtım dereceleri bir çok araştırmacı tarafından farklı metotlarla hesaplanmıştır. He-

saplanan bu kalıtım derecelerinin büyük bir kısmının orta ve yüksek derecede olduğu belirtilirken, düşük kalıtım dereceleri de bildirilmiştir. Japon bıldırcınları fizyolojik özellikleri bakımından tavuklara çok ben-

Geliş Tarihi : 04.05.2005 @: caglayan@selcuk.edu.tr

*: Bu çalışma 'Bıldırcınlarda Canlı Ağırlığın Kalıtım Derecesinin Hesaplanmasında Veri Sayısının Etkisinin Farklı Yöntemlerle Karşılaştırılması' isimli doktora tezinden özetlenmiştir.

1. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, KONYA

zemektedir. Dolayısıyla bu hayvanlarla yürütülen deneylerden elde edilen sonuçların tavuklar için de geçerli olabileceği bildirilmektedir (Ekmen ve Bayraktar, 2001).

Özkan (1999), Japon bıldırcınlarında 4. hafta canlı ağırlığına göre 3 generasyon boyunca yaptığı seleksiyon çalışmasında, standardize edilmiş ve edilmemiş verilerden 4. hafta canlı ağırlığının kalıtım derecesini hesapladığı baba-bir kardeşler korelasyonu metodu ile 0.15 ± 0.0098 ve 0.13 ± 0.0071 olduğunu bildirmiştir.

Japon bıldırcınlarında 5. hafta canlı ağırlığının baba-bir kardeşler korelasyonu metodu ile hesaplanan kalıtım derecesi erkeklerde 1. ve 2. hafta 0.51 ± 0.22 ve 0.57 ± 0.17 , dişilerde 0.49 ± 0.22 ve 0.17 ± 0.07 olarak bildirilmiştir (Sefton ve Siegel, 1974). Yapılan bir başka çalışmada, baba-bir kardeşler korelasyonu metodu ile 5. hafta canlı ağırlığının kalıtım derecesi erkek, dişi ve karışık grupta sırasıyla 0.32 ± 0.49 , 0.24 ± 0.50 ve 0.32 ± 0.26 olarak bildirilmiştir (Dinç, 1988).

Strong ve ark. (1978), Japon bıldırcınlarında cinsel olgunluk çağındaki canlı ağırlığın kalıtım derecesini baba-bir kardeşler korelasyonu metodu ile 0.20 'den düşük (0.02 ± 0.45 ve 0.10 ± 0.45), anne-bir kardeşler korelasyonu metodu ile 1.0 'den büyük (1.16 ± 0.28 ve 1.16 ± 0.28) olarak hesaplamışlardır.

Japon bıldırcınlarında canlı ağırlığa göre yapılan bir seleksiyon çalışmasında 4. hafta canlı ağırlığının ana-yavru korelasyonu metodu ile standardize edilmiş ve edilmemiş verilerden hesaplanan kalıtım dereceleri 0.13 ± 0.0047 ve 0.11 ± 0.0047 , baba-yavru korelasyonu metodunda ise aynı sırayla 0.077 ± 0.0055 ve 0.061 ± 0.0032 olduğu bildirilmiştir (Özkan, 1999).

Japon bıldırcınlarında 4. hafta canlı ağırlığı için yavru-ebeveyn regresyonu metodu ile hesaplanan kalıtım derecelerinin 0.15 ile 0.70 arasında değiştiği bildirilmiştir (Marks, 1971; Darden ve Marks, 1988; Camcı ve ark., 1991; Marks, 1991). Yapılan bir başka çalışmada (Özkan, 1999), standardize edilmiş ve edilmemiş 4. hafta canlı ağırlıklarından hesaplanan kalıtım dereceleri ana-yavru regresyonu metodu ile 0.18 ± 0.0056 ve 0.156 ± 0.0057 , baba-yavru regresyonu metodu ile 0.11 ± 0.007 ve 0.089 ± 0.005 olarak tespit edilmiştir.

Chahil ve Johnson (1974), Japon bıldırcınlarında 5. hafta canlı ağırlığının kalıtım derecesini yavru-ebeveyn regresyonu metodu ile hesaplamışlardır. Dişilerin annelerine ve erkeklerin annelerine regresyonu yoluyla hesaplanan kalıtım derecelerini sırasıyla 0.44 ± 0.31 ve 0.24 ± 0.22 olarak bil-

dirmişlerdir.

Dinç (1988), Japon bıldırcınlarında kitle seleksiyonu uyguladığı çalışmasında 5. hafta canlı ağırlığının kalıtım derecesini baba-tüm döl regresyonundan erkeklerde 0.48 ± 1.88 , dişilerde 0.66 ± 2.24 ve erkek + dişi (karışık) grupta 0.78 ± 1.64 , baba-familiya ortalaması regresyonundan aynı sırayla 0.32 ± 0.38 , 0.40 ± 0.36 ve 0.36 ± 0.26 , babalar içi tüm döllerin anaya regresyonundan 0.34 ± 0.02 , 0.18 ± 0.02 ve 0.48 ± 0.008 ve babalar içi familiya ortalamasının anaya regresyonundan 0.18 ± 0.16 , 0.04 ± 0.20 ve 0.18 ± 0.14 olarak bildirmiştir.

Sadjadi ve Becker (1980), Japon bıldırcınlarında 58 günlük canlı ağırlığın kalıtım derecesini baba-oğul ve baba-kız regresyonu yöntemi ile sırasıyla 0.74 ± 0.21 ve 0.69 ± 0.22 olarak hesaplamışlardır. Aynı yaşta canlı ağırlığın kalıtım derecesinin hesaplandığı bir başka çalışmada araştırmacılar (Becker ve ark., 1985), yavru-ebeveyn regresyonu metodu ile 0.05 ile 0.72 arasında değişen değerler bildirmişlerdir.

REML (Sınırlandırılmış maksimum olabilirlik) metodu ile Japon bıldırcınlarında, canlı ağırlığa ait genetik parametrelerin ve kalıtım derecelerinin bireysel hayvan modeli kullanılarak hesaplandığı bir çalışmada, kalıtım dereceleri kuluçkadan çıkımdan 6. haftaya kadar sırasıyla, 0.51 ± 0.05 , 0.32 ± 0.06 , 0.20 ± 0.05 , 0.21 ± 0.06 , 0.20 ± 0.05 , 0.15 ± 0.04 ve 0.14 ± 0.04 olarak tespit edilmiştir (Saatcı ve ark., 2003).

Özsoy (2000), Japon bıldırcınlarında yaptığı bir çalışmada 4. hafta canlı ağırlığının kalıtım derecesini REML metodu ile hesaplamıştır. Kalıtım derecelerini babalar arası farklılıktan, erkek, dişi ve dişi + erkek (karışık) grupta sırasıyla 0.443 , 0.339 ve 0.327 , aynı baba ile çiftleşen analar arası farklılıktan sırasıyla 0.598 , 0.600 ve 0.673 olarak bildirmiştir.

Bu çalışma, bıldırcınların 5. hafta canlı ağırlığının farklı sayıda veri kullanılarak kalıtım derecesinin hesaplanmasında, "Baba-bir kardeşler korelasyonu", "Ebeveyn-yavru korelasyonu", "Yavru-ebeveyn regresyonu" ve "REML" metotlarının karşılaştırılması amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Konya bölgesindeki bazı bıldırcın çiftliklerinden alınan Japon bıldırcını yumurtalarının kuluçka edilmesi ile 49 erkek ve 245 dişiden oluşan bir başlangıç popülasyonu oluşturuldu. Bu popülasyondan toplam 3331 adet 5 haftalık yaşa ulaşan yavru bıldırcın elde edildi. Ancak başlangıç popülasyonundan bazı erkek ve dişilerin ölmesi ve

çalışmanın prensibi gereği 9 adetten az yavrusu olan dişilerin bulunduğu baba grupları ve bu baba gruplarında yer alan diğer dişi grupları ile bunlardan elde edilen yavru bıldırcınlar çalışmadan çıkarıldı. Kalan 21 erkek ve 105 dişi bıldırcın ile bunlardan elde edilen 5 haftalık yaşa ulaşan 1752 adet yavru bıldırcın, kalıtım derecesi hesaplamalarında kullanılan anaç ve yavru bıldırcın populasyonlarını oluşturdu.

Anaç bıldırcınlar, 24 saat aydınlatılan, doğal havalandırmalı, 2.90 X 3.00 m boyutlarındaki odalara yerleştirildi. Bıldırcınlar 5 katlı, her katında 20 X 30 X 30 cm boyutlarında 9 gözülü bulunan kafeslere, her gözde 1 dişi olacak şekilde 5'erli dişi gruplarına ayrılarak yerleştirildi. Bu her kata yerleştirilen 5 dişilik gruplar için 1 erkek tahsis edildi. Dişi bıldırcınlar, yumurtalarının dölsüz olması için kafeslere erkeklerden iki hafta önce konuldu. Daha sonra kafeslere erkek bıldırcınlar konularak çiftleşme dönemine başlandı. Erkekler her gün bir başka dişinin gözüne konuldu ve deneme süresince bu yer değiştirme uygulamasına devam edildi. Böylece 5 dişi bıldırcından oluşan gruplar kendilerine ayrılan sadece 1 erkek bıldırcın ile çiftleştirildi.

Kuluçkalık yumurtaların toplanması

Erkek bıldırcınlar dişilerin yanına konulduktan on gün sonra kuluçkalık yumurtalar günlük olarak toplandı, baba ve ana numaralarına göre numaralandı, tartıldı, 13 °C ısı ve % 70-75 neme sahip depolama bölmesinde 10 gün süreyle depo edildikten sonra baba gruplarına göre kerevetlere ayrı ayrı dizilerek kuluçka makinesine yerleştirildi. Kuluçka makinesinin ısı 37.8 °C'ye ve nemi % 60'a ayarlanarak kuluçkaya hazır hale getirildi.

Kuluçkanın 15. günü her baba ve anaya ait yumurtalar ayrı ayrı tül torbalara konuldu ve dikkatli bir şekilde ağızları bağlanarak çıkış sepetlerine dizildi. Çıkım süresince makinenin ısı 37.8 °C'ye ve nemi % 70'e ayarlanarak çıkım işlemi tamamlandı.

Yumurtadan çıkan ve kuluçka makinesinde bir süre kuruması için bekletilen civcivler 0.01 grama hassas elektronik teraziyile tartıldı ve kanat numaraları takıldı. Civcivler tabanına 10 cm yüksekliğinde ağaç talaşı serilen, civciv seviyesinde 35-37 °C'lik ısının sağlandığı 8.7 m²'lik odada barındırıldı. Odanın ısıtılmasında quartz sobalar kullanıldı. İlk 4 saatte civcivlere sadece % 5 oranında şekerli su verildi daha sonra önlerinde sürekli olarak büyütme yemi bulunduruldu. Tabii havalandırma ve 24 saat aydınlatma uygulanan odada, oda ısı her hafta 2.5-3 °C azaltılarak 5. haftada yaklaşık 22-23 °C'ye düşürüldü. Her hafta elektronik terazi ile bıldırcınların canlı ağırlıkları belirlendi.

Yem materyali

Anaç bıldırcınların beslenmesinde Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ünitesinde hazırlanan % 20 HP ve 2800 kcal/kg ME içeren yumurtacı bıldırcın yemi ile civcivlerin beslenmesinde % 24 HP ve 2800 kcal/kg ME içeren büyütme yemi kullanıldı (Marks, 1971; Coşkun ve ark., 1997).

Deneme düzeni

Araştırmanın amacına uygun olarak, 1752 bıldırcınlık yavru populasyonunun 5. hafta canlı ağırlığı bakımından hassas ayırma (örnekleme) metodu (İnal, 1998) kullanılarak, anne gruplarının ortalamasına ve ayırım sonucu oluşan yavru gruplarının standart hatalarına benzerlik oluşturacak şekilde, her anne için 5, 6, 7, 8 ve 9 yavrudan oluşan örneklemler elde edildi. Bu örnekleme sonucunda elde edilen yavruların 5. hafta canlı ağırlığı için; Baba-bir kardeşler korelasyonu, Ebeveyn-yavru korelasyonu, Yavru-ebeveyn regresyonu ve REML metotları kullanılarak ayrı ayrı kalıtım dereceleri hesaplandı.

Bıldırcınlarda 5. hafta canlı ağırlığını etkileyen bir çok faktör vardır. Bu faktörlerin başında cinsiyet gel-

Tablo 1. Kalıtım derecesi hesaplamalarında kullanılan bıldırcın sayıları

Baba sayısı	Her bir erkek için dişi sayısı	Anne sayısı	Her anneye düşen yavru sayısı	Her babaya düşen yavru sayısı (k ₀)	Toplam yavru sayısı (n)
			16.68	83.37	1752
			9	45	945
			8	40	840
21	5	105	7	35	735
			6	30	630
			5	25	525

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması Kompozisyonu
Genel	$\sum n-1$	III-I		
Babalar arası	k-1	II-I	II-I/k-1	$\sigma_i^2 + k_0 \sigma_a^2$
Babalar içi	$\sum n-k$	III-II	III-II / $\sum n-k$	σ^2

mektedir. Canlı ağırlığının ilk üç haftalık dönemde erkek ve dişilerde birbirine benzer olduğunu daha sonraki dönemlerde dişilerin lehine olan canlı ağırlık artışının yumurta ve yumurta üretimi ile ilgili olan organlardan kaynaklandığını bildiren bir çok araştırmacı vardır (Sefton ve Siegel, 1974; Akbaş ve Yaylak, 2000). Bu nedenle, 1752 bildircinin 5. hafta canlı ağırlığı cinsiyetin etki payları dikkate alınarak düzeltildikten sonra örneklemeler yapılarak ve aynı metotlarla kalıtım dereceleri hesaplandı.

Kalıtım derecesi hesaplamalarında kullanılan baba, anne ve yavru bildircin sayıları Tablo 1'de verilmiştir.

Baba-bir kardeşler korelasyonu metodu

Kalıtım derecesinin hesaplanmasında kullanılan varyans analizi tablosu yukarıda verilmiştir.

$$I = (\sum x)^2 / \sum n \quad II = \sum (\sum x_i)^2 / n_i \quad III = \sum x^2$$

$$k_0 = [\sum n - (\sum n^2 / \sum n)] / k - 1 \quad t = \sigma_a^2 / (\sigma_a^2 + \sigma_i^2)$$

$$\sigma_a^2 = (\text{BAKO-BİKO}) / k_0$$

$$S_t = \frac{(1 - t) [1 + (k_0 - 1)t]}{\sqrt{1/2 k_0(k_0 - 1)(k - 1)}}$$

$\sum n$ = Baba gruplarında yer alan bildircin sayıları toplamı

k = Baba grupları sayısı

k_0 = Her babaya düşen ağırlıklı yavru sayısı

σ_i^2 = Babalar içi varyans

σ_a^2 = Babalar arası varyans

t = Baba-bir kardeşler arasındaki korelasyon katsayısı

x = Her bir gözlem değeri

S_t = Babalar içi korelasyon katsayısının standart hatası

Kalıtım derecesi; $h^2 = 4t$

Kalıtım derecesinin standart hatası; $Sh^2 = 4S_t$

(Alpan, 1990; Düzgüneş ve Akman, 1995; Obata, 2001).

Ebeveyn-yavru korelasyonu metodu

Anaların 5. hafta canlı ağırlığı ile yavruların 5. hafta canlı ağırlığı arasında korelasyon uygulandı.

$$h^2 = 2r_{xy} = 2r_{EY} \quad r_{xy} = \sum xy / \sqrt{\sum x^2 \sum y^2}$$

$$Sr_{xy} = (1 - r_{xy}^2) / \sqrt{\sum n - k}$$

$$Sh^2 = 2Sr_{xy}$$

h^2 = Kalıtım derecesi

r_{xy} = Korelasyon katsayısı

Sr_{xy} = Korelasyon katsayısının standart hatası

Sh^2 = Kalıtım derecesinin standart hatası

(Aritürk ve Yalçın, 1966; Vanlı ve ark., 2002).

Yavru-ebeveyn regresyonu metodu

Yavruların 5. hafta canlı ağırlığı ile anaların 5. hafta canlı ağırlığı arasında regresyon uygulandı.

$$h^2 = 2b_{yx} = 2b_{EY} \quad b_{yx} = \sum xy / \sum x^2$$

$$Sb_{yx} = (1 / \sum x^2) \sqrt{\frac{(\sum x^2 \sum y^2) - (\sum xy)^2}{(\sum n - k)}}$$

$$Sh^2 = 2Sb_{yx}$$

h^2 = Kalıtım derecesi

b_{yx} = Regresyon katsayısı

Sb_{yx} = Regresyon katsayısının standart hatası

Sh^2 = Kalıtım derecesinin standart hatası

X = Anaların 5. hafta canlı ağırlığı

Y = Yavruların 5. hafta canlı ağırlığı

$\sum x^2$ = Ebeveynler için babalar içi kareler toplamı

$\sum y^2$ = Yavrular için babalar içi kareler toplamı

$\sum xy$ = Ebeveynler ve yavrular için babalar içi çarpımlar toplamı

$\sum n$ = Baba gruplarında yer alan bıldırcın sayıları toplamı

k = Baba sayısı (Becker, 1984; Vanlı ve ark., 1998).

Ebeveynler ile yavrular arasındaki korelasyon ve regresyon hesaplanırken, babalar arasındaki farklılıkları elimine etmek için, hesaplamalar babalar içi olarak yapıldı. Bunun için, X ve Y genel kareler toplamları ile XY genel çarpımlar toplamlarından babalar arası kareler toplamları ve çarpımlar toplamları çıkarılarak babalar içi kareler toplamları ve çarpımlar toplamları hesaplandı (Aritürk ve Yalçın, 1966).

REML metodu

REML metodu ile kalıtım derecesi hesaplamalarında, DOS ortamında çalışan MTDFREML (SPARSPAK Release 4., 2000) programından yararlanıldı. Programın çalışma prensibi gereği, asıl numaralar muhafaza edilmek kaydıyla, yavru numarası anne ve baba numarasından büyük olacak şekilde düzenleme yapıldı. Program DAT uzantılı dosyaları çalıştırabildiği için bıldırcınlara ait veriler Minitab Release 12.1 (1998), paket programında bu tip dosyalara dönüştürüldü. DAT uzantılı dosyalar, pedigrî ve veri dosyaları olarak ayrı ayrı oluşturuldu.

Bu metotta, bir çok model (Baba Modeli, Birey Modeli, Baba ve Ana Modeli, Baba ve Maternal Büyük Baba Modeli) kullanılmasına rağmen son yıllarda en çok kullanılan, bütün hayvanları ve ortak ataları hesaba katan birey modeli tercih edildi.

Birey modelinin formülü;

$$Y_{ijk} = c_i + a_j + e_{ijk} \text{ dir.}$$

Burada;

Y_{ijk} : i. cinsiyetteki ve j. toplamalı gen etkisine sahip bireyin fenotipik değeri

c_i : i. cinsiyetin etkisi

a_j : j. toplamalı gen etkisi

e_{ijk} : tesadüften ileri gelen hata terimidir.

İstatistik Analizler

Minitab Release 12.1 (1998), paket programında GLM (General Linear Model; Genel Doğrusal Model) ile 5. hafta canlı ağırlığı üzerindeki cinsiyet etki miktarı hesaplandı ve düzeltme yapıldı (Tekin, 2003).

Bu modele göre canlı ağırlık ortalamaları için;

$Y_{ijk} = \mu + b_i + c_j + e_{ijk}$ denklemi oluşturuldu. Modelde;

Y_{ijk} : i. babanın, j.cinsiyetteki k. yavrusunun 5. hafta canlı ağırlığına ait fenotipik değer,

μ : Beşinci hafta canlı ağırlığının genel ortalaması,

b_i : i. babanın rasgele etkisi,

c_j : j. cinsiyetin etkisi,

e_{ijk} : tesadüften ileri gelen hata terimidir.

Değişik metotlar ile elde edilen kalıtım derecelerinin değerlendirilmesinde

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

testinden yararlanıldı (İnal, 1998; Petrie ve Watson, 1999).

Bulgular

Cinsiyet faktörüne göre düzeltme yapılmadan önce erkek ve dişilerin 5. hafta canlı ağırlığının ortalamaları 142.33 ± 0.68 g ve 149.39 ± 0.88 g olmuş, genel canlı ağırlık ortalaması 145.78 ± 0.56 g ile diğer iki ortalama arasında yer almıştır. Dişi ve erkeklere ait ortalamalar arasındaki 7.06 g'lık fark önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).

Cinsiyetin 5. hafta canlı ağırlığı üzerine olan etki miktarı 3.48 g olarak hesaplanmış ve cinsiyetin etkisi ortadan kaldırılmıştır. Düzeltme uygulanmadan önce dişiler lehine olan canlı ağırlık farklılığı önemli iken düzeltme işleminden sonra bu farklılığın öneminin ortadan kalktığı görülmüştür (Tablo 2).

Tablo 2. Yavru populasyonunun cinsiyet gruplarına göre 5. hafta canlı ağırlığının ortalamaları (g).

Cinsiyet	Toplam yavru sayısı	Düzeltilmemiş $\bar{x} \pm S\bar{x}$	Düzeltilmiş ¹ $\bar{x} \pm S\bar{x}$
E	896	142.33 ± 0.68	145.81 ± 0.68
D	856	149.39 ± 0.88	145.92 ± 0.88
E + D	1752	145.78 ± 0.56	145.86 ± 0.55

1: Cinsiyet faktörü dikkate alınarak hesaplanan etki payları kullanılarak düzeltme uygulanmıştır

Araştırmada ayrıca 1752 bıldırcından örnekleme yoluyla elde edilen bıldırcınların 5. hafta canlı ağırlığı ortalamaları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Yavruların 5. hafta canlı ağırlığı ortalamaları (g).

Toplam yavru sayısı	Düzeltilmemiş $\bar{x} \pm S \bar{x}$	Düzeltilmiş $\bar{x} \pm S \bar{x}$
945	146.39±0.68	146.27±0.64
840	146.26±0.63	146.33±0.64
735	146.23±0.61	146.33±0.61
630	146.23±0.63	146.29±0.60
525	146.25±0.62	146.26±0.60

Bıldırıcınların cinsiyet faktörüne göre düzeltilmemiş ve düzeltilmiş 5. hafta canlı ağırlığından değişik metotlar ile hesaplanan kalıtım dereceleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4'te görüldüğü gibi cinsiyet faktörüne göre düzeltilmemiş (1) 5. hafta canlı ağırlıklarından elde edilen kalıtım dereceleri 0.089 ile 0.610 arasında değişen değerler almıştır. Cinsiyet faktörüne göre düzeltilmiş (2) 5. hafta canlı ağırlıklarından hesaplanan kalıtım dereceleri 0.091 ile 0.590 arasında değişen değerler almıştır. Cinsiyet faktörüne göre düzeltilmemiş ve düzeltilmiş 5. hafta canlı ağırlıklarından elde edilen kalıtım dereceleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Tablo 4'e göre, değişen sayıda bıldırıcından oluşan örnekleme gruplarından baba-bir kardeşler ve ebeveyn-yavru korelasyonu metotları ile elde edilen kalıtım derecelerinin ve standart hatalarının, genel

olarak yavru sayısı azaldıkça yükseldiği görülmekle birlikte bu değişimin istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir. Baba-bir kardeşler korelasyonu metodunda bulunan değerler kuvvetlerine göre değerlendirildiğinde genel olarak düşüktür. Ebeveyn-yavru korelasyonu metodunda da hesaplanan değerler kalıtım derecesi kuvvetine göre değerlendirildiğinde genel olarak orta derecede tespit edilmiştir.

Yavru-ebeveyn regresyonu metodunda hesaplanan değerler ebeveyn-yavru korelasyonu metodundaki gibi orta derecede belirlenmiştir. REML metodunda bulunan kalıtım dereceleri ise kuvvetlerine göre değerlendirildiğinde genel olarak orta ve yüksek derecede belirlenmiştir.

Yavru-ebeveyn regresyonu metodu ile hesaplanan kalıtım dereceleri ve standart hatalarının yavru sayısındaki azalış ile fazla bir değişime uğramadığı, REML metodunda ise yavru sayısı azaldıkça hesaplanan kalıtım derecelerinin büyüdüğü tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Örnekleme gruplarından farklı metotlar ile hesaplanan kalıtım derecelerinin, metotlara göre büyükten küçüğe doğru yavru-ebeveyn regresyonu, ebeveyn-yavru korelasyonu ve baba-bir kardeşler korelasyonu şeklinde olduğu belirlenmiştir. REML metodunda elde edilen kalıtım derecelerinin ise diğer üç metot ile elde edilen kalıtım derecelerine

Tablo 4. Cinsiyet faktörüne göre düzeltilmemiş (1) ve düzeltilmiş (2) canlı ağırlık değerleriyle hesaplanan kalıtım dereceleri (h^2) ve standart hataları (Sh^2)

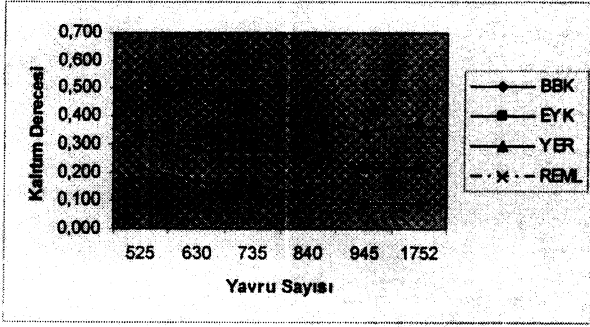
	n	BBK	EYK	YER	REML
1	1752	0.092±0.043 b	0.209±0.048 ab	0.377±0.086 a	0.220±0.050 ab C
2	1752	0.091±0.043 b	0.209±0.048 ab	0.373±0.085 a	0.220±0.050 ab B
1	945	0.089±0.055 b	0.212±0.065 ab	0.342±0.106 a	0.170±0.059 ab C
2	945	0.100±0.058 b	0.235±0.065 ab	0.355±0.099 a	0.230±0.067 ab B
1	840	0.126±0.069 b	0.271±0.069 ab	0.382±0.097 a	0.320±0.080 ab BC
2	840	0.112±0.065 b	0.256±0.069 ab	0.366±0.099 a	0.250±0.073 ab B
1	735	0.155±0.082 b	0.280±0.073 ab	0.356±0.094 ab	0.430±0.093 a AB
2	735	0.150±0.080	0.282±0.073	0.359±0.094	0.360±0.088 AB
1	630	0.171±0.092 b	0.277±0.079 ab	0.333±0.096 ab	0.460±0.101 a AB
2	630	0.193±0.098 b	0.314±0.079 ab	0.362±0.092 ab	0.530±0.104 a A
1	525	0.214±0.112 b	0.330±0.087 ab	0.352±0.094 ab	0.610±0.114 a A
2	525	0.240±0.118 b	0.340±0.087 ab	0.355±0.092 ab	0.590±0.114 a A

BBK: Baba-bir kardeşler korelasyonu, EYK: Ebeveyn-yavru korelasyonu

YER: Yavru-ebeveyn regresyonu, REML: Sınırlandırılmış maksimum olabilirlik

a, b, c: Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arası farklılıklar önemlidir ($P<0.05$).

A, B, C: Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arası farklılıklar önemlidir ($P<0.05$).

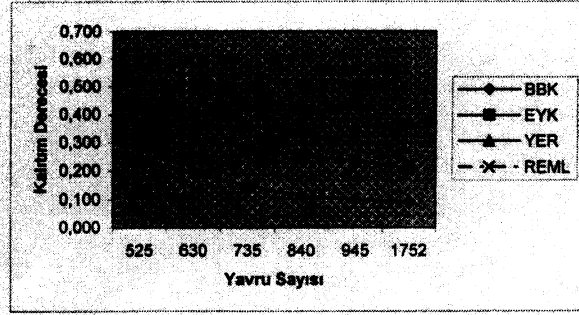


Şekil 1. Cinsiyet faktörüne göre düzeltilmemiş canlı ağırlık değerleriyle hesaplanan kalıtım dereceleri

göre değişkenlik arz ettiği tespit edilmiştir. Örnekleme gruplarına göre yapılan istatistiki incelemelerde diğer üç metotla elde edilen kalıtım dereceleri arasındaki farklılığın önemsiz, REML metodunda ise farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$).

En küçük kalıtım dereceleri baba-bir kardeşler korelasyonu metodunda en büyük kalıtım dereceleri ise yavru-ebeveyn regresyonu ve REML metodlarında elde edilmiştir. En küçük standart hataları baba-bir kardeşler ve ebeveyn-yavru korelasyonu metodları, en büyük standart hataları ise yavru-ebeveyn regresyonu ve REML metodları vermiştir.

Hesaplanan herhangi bir kalıtım derecesi değerinin güvenilir bir değer olarak kabul edilebilmesi için, standart hatasının kendisinin yarısından küçük



Şekil 2. Cinsiyet faktörüne göre düzeltilmiş canlı ağırlık değerleriyle hesaplanan kalıtım dereceleri

olması gerekmektedir (Evrin ve Güneş, 1996). Baba-bir kardeşler korelasyonu metodunda kalıtım derecelerinin standart hatalarının iki katı genel olarak kendi değerlerinden büyük çıkmış, ebeveyn-yavru korelasyonu, yavru-ebeveyn regresyonu ve REML metodlarında ise kendi değerlerinden küçük çıkmıştır.

Cinsiyet faktörüne göre düzeltilmemiş ve düzeltilmiş canlı ağırlık değerleriyle hesaplanan kalıtım dereceleri Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.

Baba-bir kardeşler korelasyonu, ebeveyn-yavru korelasyonu ve yavru-ebeveyn regresyonu metodları ile hesaplanan korelasyon ve regresyon katsayıları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Cinsiyet faktörüne göre düzeltilmemiş (1) ve düzeltilmiş (2) canlı ağırlık değerleriyle hesaplanan korelasyon ve regresyon katsayıları

	n	BBK (t)	EYK (r_{xy})	YER (b_{yx})
1	1752	0.023±0.011 -	0.105±0.024 *	0.189±0.043 *
2	1752	0.023±0.011 -	0.104±0.024 *	0.186±0.043 *
1	945	0.022±0.014 -	0.106±0.033 *	0.171±0.053 *
2	945	0.025±0.015 -	0.117±0.032 *	0.178±0.049 *
1	840	0.032±0.017 -	0.136±0.034 *	0.191±0.049 *
2	840	0.028±0.016 -	0.128±0.034 *	0.183±0.050 *
1	735	0.039±0.020 -	0.140±0.037 *	0.178±0.047 *
2	735	0.037±0.020 -	0.141±0.037 *	0.179±0.047 *
1	630	0.043±0.023 -	0.138±0.040 *	0.166±0.048 *
2	630	0.048±0.024 -	0.157±0.040 *	0.181±0.046 *
1	525	0.053±0.028 -	0.165±0.043 *	0.176±0.047 *
2	525	0.060±0.030 -	0.170±0.043 *	0.177±0.046 *

-: Önemsiz ($P > 0.05$)

*: Önemli ($P < 0.05$)

Tablo 5'te görüldüğü gibi korelasyon ve regresyon katsayılarının istatistiki açıdan yapılan önem kontrollerinde baba-bir kardeşler korelasyonu metodunda elde edilen korelasyon katsayılarının önemsiz, ebeveyn-yavru korelasyonu ve yavru-ebeveyn regresyonu metotları ile hesaplanan korelasyon ve regresyon katsayılarının ise önemli çıktığı belirlenmiştir. Elde edilen en küçük değerler baba-bir kardeşler korelasyonu metodunda gerçekleşmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Araştırmada cinsiyet faktörüne göre düzeltilmemiş 5. hafta canlı ağırlıklarından baba-bir kardeşler korelasyonu metodu ile 840 bildircından elde edilen 0.126 ± 0.069 değerindeki kalıtım derecesi, Özkan (1999)'ün standardize edilmemiş verilerden elde ettiği kalıtım derecesi (0.13 ± 0.0071) ile benzerlik göstermektedir. Baba-bir kardeşler korelasyonu metodu ile cinsiyet faktörüne göre düzeltilmiş 735 bildircınının 5. hafta canlı ağırlıklarından elde edilen 0.150 ± 0.080 değerindeki kalıtım derecesi de Özkan (1999)'ün standardize edilmiş 4. hafta canlı ağırlıklarından elde ettiği 0.15 ± 0.0098 değeri ile benzerdir. Strong ve ark (1978)'un 746 bildircın kullanarak hesapladığı 0.02 ± 0.45 ve 0.10 ± 0.45 değerlerindeki kalıtım dereceleri bu araştırmada 735 bildircından bulunan 0.150 ± 0.080 ve 0.155 ± 0.082 değerlerinden düşüktür. Sefton ve Siegel (1974)'in 530 erkek ve 521 dişi bildircından hesapladıkları 0.51 ± 0.22 ve 0.49 ± 0.22 değerindeki kalıtım dereceleri, araştırmada 525 bildircından tespit edilen 0.214 ± 0.112 değerinden, 927 erkek ve 863 dişi bildircından belirledikleri 0.57 ± 0.17 ve 0.17 ± 0.07 değerlerindeki kalıtım dereceleri de 945 ve 840 bildircından elde edilen 0.100 ± 0.058 ve 0.112 ± 0.065 değerlerinden yüksektir. Dinç (1988)'in erkek + dişi karışık gruptan elde ettiği 0.32 ± 0.26 değerindeki kalıtım derecesi, bu araştırmada baba-bir kardeşler korelasyonu metodu ile hesaplanan bütün değerlerden yüksektir.

Ebeveyn-yavru korelasyonu metodu ile bu araştırmada elde edilen kalıtım dereceleri (0.209 ± 0.048 ile 0.340 ± 0.087 arasında), Özkan (1999)'ün ana-yavru ve baba-yavru korelasyonu metodu ile standardize edilmemiş verilerden bildirdiği 0.11 ± 0.0047 ve 0.061 ± 0.0032 ile standardize edilmiş 4. hafta canlı ağırlıklarından belirlediği 0.077 ± 0.0055 ve 0.13 ± 0.0047 değerindeki kalıtım derecelerinden yüksektir.

Yavru-ebeveyn regresyonu metodu ile elde edilen 0.355 ± 0.092 değerindeki en küçük kalıtım derecesi, Dinç (1988)'in erkek bildircınların 5. hafta canlı ağırlıklarından belirlediği 0.34 ± 0.02 değeri ile benzerlik göstermektedir. Chahil ve Johnson

(1974)'un 215 erkek bildircından tespit ettikleri 0.24 ± 0.22 değeri ile Dinç (1988)'in dişi bildircınlardan belirlediği 0.18 ± 0.02 değeri ve Camcı ve ark. (1991)'nin bildirdiği 0.27 ve 0.15 değerlerindeki kalıtım dereceleri, bu araştırmada 525 bildircından tespit edilen 0.355 ± 0.092 değerindeki kalıtım derecesinden düşüktür. Chahil ve Johnson (1974)'un 198 dişi bildircın kullanarak hesapladıkları 0.44 ± 0.31 , Sadjadi ve Becker (1980)'in 141 erkek ve 137 dişi bildircından belirledikleri 0.74 ± 0.21 ve 0.69 ± 0.22 , Becker ve ark. (1985)'nin erkek ve dişilerden hesapladıkları 0.55 ± 0.12 ve 0.70 ± 0.15 ve Marks (1991)'in bildirdiği 0.42 değerleri, araştırmada yavru-ebeveyn regresyonu metodunda 525 bildircından hesaplanan 0.355 ± 0.092 değerindeki kalıtım derecesinden yüksektir.

REML metodu ile cinsiyet faktörüne göre düzeltilmemiş ve düzeltilmiş 945 bildircından hesaplanan 0.170 ± 0.059 ve 0.230 ± 0.067 değerindeki kalıtım dereceleri, Saatçı ve ark (2003)'nin 1108 bildircından tespit ettikleri 0.15 ± 0.04 ve 0.21 ± 0.06 değerindeki kalıtım dereceleri ile benzerdir. Özsoy (2000)'un erkek + dişi karışık 638 bildircından belirlediği 0.327 değerindeki kalıtım derecesi, bu çalışmadaki 630 bildircından hesaplanan 0.460 ± 0.101 ve 0.530 ± 0.104 değerlerinden, 322 erkek ve 316 dişi bildircından belirlediği 0.443 ve 0.339 değerindeki kalıtım dereceleri de 525 bildircından hesaplanan 0.590 ± 0.114 değerinden düşüktür.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre aşağıdaki yorumları sıralamak uygun olacaktır.

Baba-bir kardeşler korelasyonu metodu ile elde edilen kalıtım dereceleri genel olarak düşük, Ebeveyn-yavru korelasyonu, yavru-ebeveyn regresyonu ve REML metotlarında elde edilen kalıtım derecelerinin ise orta ve yüksek derecede olduğu tespit edilmiştir.

Baba-bir kardeşler korelasyonu, ebeveyn-yavru korelasyonu ve REML metotlarında veri sayısı azaldıkça kalıtım derecelerinin büyüdüğü, yavru-ebeveyn regresyonu metodunda ise veri sayısının fazla bir etkinliğinin olmadığı belirlenmiştir.

Kendi standart hatasının iki katından büyük olan kalıtım derecesi ($h^2 \geq 2Sh^2$) güvenilir olarak kabul edilebilir (Evrin ve Güneş, 1996; Vanlı ve ark., 2002). Farklı metotlarla hesaplanan bazı kalıtım derecelerinin standart hatalarının iki katı alındığında genel olarak kendi değerlerinden büyük çıkması nedeniyle baba-bir kardeşler korelasyonu metoduyla elde edilen kalıtım derecelerinin güvenilirliğinin

azaldığı dikkati çekmektedir. Ebeveyn-yavru korelasyonu, yavru-ebeveyn regresyonu ve REML metotlarında hesaplanan kalıtım dereceleri ise standart hatalarının iki katından büyük çıkmıştır.

Araştırmada anaç sürüden bazı bıldırcınların ölmesinden dolayı kontrol dışı olarak doğal seleksiyon yapılmış olabilir. Ebeveyn-yavru korelasyonu metodunda gerek anaların gerekse yavruların incelenen karakter bakımından seleksiyona tabi tutulmamış olması gerekmektedir. Pratikte ebeveynler incelenen karakter bakımından seçildiklerinden ebeveynlerin varyansı yavrularinkinden azdır. Bu durum, ebeveyn-yavru korelasyonunun gerçekte olması gerekenden küçük çıkmasına sebep olurken yavruların ebeveynlere regresyonuna etki etmez. Bundan dolayı, h^2 tahmininde ebeveyn-yavru münasebetlerinden regresyon metodu korelasyon metoduna tercih edilmelidir.

Ayrıca yavru-ebeveyn regresyonu metodu ile değişen sayıda bıldırcınlardan hesaplanan kalıtım dereceleri arasında farklılık bulunmamıştır. Fazla sayıda veri ile uğraşmadan kolaylıkla güvenilir kalıtım derecesi elde edilebilmesi sebebiyle yavru-ebeveyn regresyonu tercih edilebilir.

REML metodu ayrıntılı istatistik sonuçlar vermesi, her zaman pozitif varyans unsurları ve kalıtım derecesi elde edilmesi, bireyler arasındaki bütün akrabalıkları incelemesi ve kayıp verileri değerlendirebilmesinden dolayı tercih edilebilir bir metottur. Ancak, yavru numaralarının ebeveyn numaralarından büyük olması şartı, pedigrî ve data dosyalarının oluşturulmasındaki zaman kaybı, bilgisayarda DOS ortamında yapılan uzun ve karmaşık kodlamalar ve bu işlemler esnasındaki hata risklerinin yüksek olması gibi özelliklere sahiptir.

Kaynaklar

- Akbaş, Y., Yaylak, E. (2000). Heritability Estimates of Growth Curve Parameters and Genetic Correlations Between The Growth Curve Parameters and Different Age of Japanese Quail. Arch. Geflügelk., 64 (4), 141-146.
- Alpan, O. (1990). "Hayvan Islahında Genetik Esaslar, Uygulamalar ve Populasyon Genetiği". Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Tezsiz, Ankara.
- Aritürk, E., Yalçın, B.C. (1966). "Hayvan Yetiştirmede Seleksiyon". A.Ü. Veteriner Fakültesi Yayınları No:194, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Becker, W.A. (1984). "Manual of Quantitative Genetics". Academic Enterprises Post Office Box 666-BA Pullman WA 99163-0666, USA.
- Becker, W.A., Fagerlie, D.L., Mirosh, L.W. (1985). Heritability of Live and Abdominal Fat Weight in Coturnix Quail. Poultry Sci., 64, 1397-1398.

Camcı, Ö., Kanat, R., Şengül, T. (1991). Bıldırcınlarda Seleksiyon ve Vücut Kompozisyonu. Uluslararası Tavukçuluk Kongresi, 22-25 Mayıs, İstanbul.

Chahil, P.S., Johnson, W.A. (1974). Intra-sire Regression of Offspring on Dam as a Measure of the Additive Genetic Variance for Five Week Body Weight in Coturnix coturnix japonica. Poultry Sci., 53, 2070-2072.

Coşkun, B., Şeker, E., İnal, Fatma. (1997). "Hayvan Besleme Ders Notları". Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi, Konya.

Darden, J.R., Marks, H.L. (1988). Divergent Selection for Growth in Japanese Quail Under Split and Complete Nutritional Environments. 1. Genetic and Correlated Responses to Selection. Poultry Sci., 67, 519-529.

Diñç, Z. (1988). Japon Bıldırcınlarında (Coturnix coturnix japonica) 5. Hafta Canlı Ağırlığa Ait Genetik Varyans Unsurlarının Çeşitli Metodlarla Yapılan Tahminleri Arasındaki Uyum. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Düzgüneş, O., Akman, N. (1995). "Varyasyon Kaynakları". A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1408, A.Ü. Ziraat Fakültesi Halkla İlişkiler ve Yayın Ünitesi, Ankara.

Ekmen, F., Bayraktar, M. (2001). Bıldırcınlarda Kuluçka. Türk Veteriner Hekimliği Dergisi, 13:2, 56-60.

Evrin, M., Güneş, H. (1996). "Hayvan Islahı". İ.Ü. Veteriner Fakültesi Yayınları No: 87, İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Masaüstü Yayıncılık Ünitesi, İstanbul.

İnal, Ş. (1998). "Biyometri". S.Ü. Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi, Konya.

Marks, H.L. (1971). Selection for Four-Week Body Weight in Japanese Quail Under Two Nutritional Environments. Poultry Sci., 50, 931-937.

Marks, H.L. (1991). Divergent Selection for Growth in Japanese Quail Under Split and Complete Nutritional Environments. 4. Genetic and Correlated Responses from Generations 12 to 20. Poultry Sci., 70, 453-462.

Minitab Release 12.1. (1998). Minitab for Windows, Minitab Inc.

Obata, T. (2001). Introduction to Livestock Genetic Improvement and Current Status of Livestock Breeding in Japan, Textbook for JICA training course.

Özkan, E. (1999). Bıldırcınlarda (Coturnix coturnix japonica) 4. Hafta Canlı Ağırlığa Göre Yapılan Seleksiyonun Etkinliği ve Çeşitli Yumurta-Karkas Verim Özellikleri Üzerine Seleksiyonun Etkisi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Özsoy, A.N. (2000). Bıldırcınlarda Vücut Ağırlığının Kalıtım Derecesinin Farklı Tekniklerle Hesaplanan Varyans Unsurlarından Tahmini. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.

Petrie, A., Watson, P. (1999). "Statistics for Veterinary and Animal Science". Blackwell Science, London.

Saatçı, M., Dewi, I.A., Aksoy, A.R. (2003). Application of

REML Procedure to Estimate The Genetic Parameters of Weekly Liveweights in One-To-One Sire and Dam Pedigree Recorded Japanese Quail. *J. Anim. Breed. Genet.*, 120, 23-28.

Sadjadi, M., Becker, W.A. (1980). Heritability and Genetic Correlations of Body Weight and Surgically Removed Abdominal Fat in Coturnix Quail. *Poultry Sci.*, 59, 1977-1984.

Sefton, A.E., Siegel, P.B. (1974). Inheritance of Body Weight in Japanese Quail. *Poultry Sci.*, 53, 1597-1603.

SPARSPAK Release 4. (2000). Sparse Matrix Package, University of Waterloo.

Strong, C.F., Nestor, K.E., Bacon, W.L. (1978). Inheritance

of Egg Production, Egg Weight, Body Weight and Certain Plasma Constituents in Coturnix. *Poultry Sci.*, 57, 1-9.

Tekin, M.E. (2003). "Örneklerle Bilgisayarda İstatistik". Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi, Konya.

Vanlı, Y., Kaygısız, A., Orhan, H. (1998). "Hayvan Islahı ve Genetiği". Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 238, Tekirdağ.

Vanlı, Y., Özsoy, M.K., Baş, S., Kaygısız, A. (2002). "Populasyon ve Biyometrik Genetik". Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 286, Tekirdağ.