

## KALITIM DERECESİ HESAPLAMASINDA KULLANILAN BAZI METOTLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Tamer Çağlayan<sup>1</sup>@

Şeref İnal<sup>1</sup>

### Comparison of Some Methods Used for Estimation of Heritability

**Özet:** Bu çalışmada, bıldırcınların farklı yaşlardaki canlı ağırlığının kalıtım derecesinin hesaplanmasında kullanılan "Baba-bir kardeşler korelasyonu", "Ebeveyn-yavru korelasyonu", "Yavru-ebeveyn regresyonu" ve "REML" metotlarının karşılaştırılması amacıyla, 6 haftalık yaşta 20 erkek ve 100 dişi Japon bıldırcınından (*Coturnix coturnix japonica*) elde edilen 1647 adet bıldırcın kullanılmıştır. Cinsiyet faktörüne göre canlı ağırlıklar düzeltildikten sonra her metot için ayrı ayrı kalıtım dereceleri hesaplanmıştır. Baba-bir kardeşler korelasyonu, ebeveyn-yavru korelasyonu, yavru-ebeveyn regresyonu ve REML metotları ile elde edilen kalıtım dereceleri sırasıyla 0.085 ile 0.954, 0.168 ile 0.442, 0.030 ile 0.387 ve 0.210 ile 1.000 arasında değişen değerler almışlardır. REML metodunda hesaplanan kalıtım dereceleri kuvvetlerine göre değerlendirildiğinde orta ve yüksek iken, diğer metotlarda düşük kalıtım dereceleri de hesaplanmıştır. Genel olarak en küçük kalıtım dereceleri ve standart hataları baba-bir kardeşler korelasyonu metodunda, en büyük kalıtım dereceleri ve standart hataları ise REML ve yavru-ebeveyn regresyonu metotlarında elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kalıtım derecesi, Hesaplama metotları, Bıldırcın, Yaş, Canlı ağırlık

**Summary:** The purpose of this study is to compare half-sib correlations, parent-offspring correlations, parent-offspring regression and REML methods for estimating heritability of body weight for different age in Japanese quail. In this investigation, 1647 chicks at 6-weeks old were obtained from 20 male and 100 female quail and used as the animal material. After correcting the body weights for sex effect, heritabilities were estimated for each method. Half-sib correlations, parent-offspring correlations, parent-offspring regression and REML methods for the heritabilities were between 0.085-0.954, 0.168-0.442, 0.030-0.387 and 0.210-1.000, respectively. Heritabilities estimated by using REML method were moderate or high. However, heritabilities estimated by other methods were too low. Gradually minimum of heritability estimates and standart errors were in REML and parent-offspring regression methods.

**Key Words:** Heritability, Estimation methods, Quail, Age, Body weight

### Giriş

Kalıtım derecesi (Heritability), genotipin fenotipi tayin etme derecesi olarak ifade edilebilir ve  $h^2$  sembolü ile gösterilir.  $h^2 = \sigma_A^2 / \sigma_P^2$  şeklinde belirtilir.  $\sigma_A^2 / \sigma_P^2$  fenotipik varyansın fertlerin damızlık değerleri arasındaki farklılıklardan ileri gelen kısmını ifade eder (Düzgüneş ve Akman 1995, Lynch ve Walsh 1998).

Ekonomik değeri olan özelliklerin kalıtım dereceleri, bir çok araştırmacı tarafından değişik türlerde ve farklı metotlarla hesaplanmıştır.

Settar ve Türkmüt (1998), yumurtacı tavuklarda REML (Sınırlandırılmış maksimum olabilirlik) metodu

ile ebeveyn ve bireysel hayvan modelini kullanarak cinsel olgunluk canlı ağırlığının kalıtım derecelerini 0.74 ve 0.75 olarak tespit etmişlerdir.

Kan yakınlığının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, REML metodu ile bireysel hayvan modeli kullanılarak White Leghorn ve New Hampshire ırkı yumurtacı tavuklarda hesaplanan kalıtım dereceleri canlı ağırlık ve cinsel olgunluk yaşı için sırasıyla,  $0.461 \pm 0.030$  ve  $0.421 \pm 0.035$  ve  $0.192 \pm 0.029$  ve  $0.073 \pm 0.033$  olarak belirlenmiştir (Szwaczkowski ve ark 2003).

Ünver ve ark (2004), DFREML (Türevsiz sınırlandırılmış maksimum olabilirlik) programında Baba + 'ana modelini kullanarak tavuklarda 22-30,

31-34, 22-34, 31-40 ve 22-40. haftalar arasındaki yumurta verimlerinin kalıtım derecelerini sırasıyla,  $0.29 \pm 0.02$ ,  $0.25 \pm 0.30$ ,  $0.26 \pm 0.11$ ,  $0.62 \pm 0.05$  ve  $0.48 \pm 0.12$  olarak hesaplamışlardır.

Özkan (1999), Japon bildircinlerinde 4. hafta canlı ağırlığa göre 3 generasyon boyunca yaptığı seleksiyon çalışmasında, standardize edilmiş ve edilmemiş verilerden baba-bir kardeşler metodu ile hesapladığı 4. hafta canlı ağırlığın kalıtım derecesini  $0.15 \pm 0.0098$  ve  $0.13 \pm 0.0071$  olarak bildirmiştir.

Oğuz ve Türkmüt (1999), Japon bildircinlerinde 4. hafta canlı ağırlığı bakımından üç kuşak sürdürdükleri seleksiyon çalışmasında baba-bir kardeşler korelasyonu metodu ile kalıtım derecelerini sırasıyla 1. ve 3. hattın erkeklerinde  $0.60 \pm 0.66$  ve  $1.00 \pm 0.50$ , 1., 2. ve 3. hattın dişilerinde  $0.68 \pm 0.40$ ,  $0.61 \pm 0.37$  ve  $0.86 \pm 0.29$  düzeylerinde hesaplamışlardır.

Japon bildircinlerinde 5. hafta canlı ağırlığın kalıtım derecesinin baba-bir kardeşler korelasyonu metodu ile hesaplandığı çalışmalarda, Sefton ve Siegel (1974) iki ayrı hattaki erkeklerde  $0.51 \pm 0.22$  ve  $0.57 \pm 0.17$ , dişilerde  $0.49 \pm 0.22$  ve  $0.17 \pm 0.07$ , Dinç (1988) erkek, dişi ve karışık cinsiyet gruplarında sırasıyla  $0.32 \pm 0.49$ ,  $0.24 \pm 0.50$  ve  $0.32 \pm 0.26$ , Çağlayan ve İnal (2005) ise standardize edilmiş ve edilmemiş verilerden  $0.091 \pm 0.043$  ve  $0.089 \pm 0.055$  olarak hesaplamışlardır.

Japon bildircinlerinde 18 generasyon boyunca yaptıkları seleksiyon çalışmasında Toelle ve ark (1991), 5. hafta canlı ağırlığın kalıtım derecesini baba, anne ve baba + anne varyans unsurlarından sırasıyla  $0.49 \pm 0.13$ ,  $0.70 \pm 0.14$  ve  $0.59 \pm 0.08$  olarak hesaplamışlardır. Değişken ve sabit çevre şartlarının bulunduğu iki odada, babaya ait varyans unsurlarından faydalanılarak Japon bildircinlerinde 6. hafta canlı ağırlığın kalıtım dereceleri, erkeklerde  $0.14 \pm 0.03$  ve  $0.16 \pm 0.02$ , dişilerde  $0.46 \pm 0.12$  ve  $0.75 \pm 0.14$  olarak bildirilmiştir (Arıtürk ve ark 1980).

Japon bildircinlerinde baba-bir kardeşler korelasyonu metodu kullanılarak cinsel olgunluk çağındaki canlı ağırlığın kalıtım derecesi  $0.02 \pm 0.45$  ve  $0.10 \pm 0.45$  (Strong ve ark 1978) olarak oldukça düşük hesaplanırken, 63. gün canlı ağırlığın kalıtım derecesi ise erkeklerde  $1.29 \pm 0.28$  ve dişilerde  $1.34 \pm 0.28$  (Garwood ve Diehl 1987) olarak normal sınırların dışında bildirilmiştir.

Japon bildircinlerinde ebeveyn-yavru korelasyonu metodu kullanılarak hesaplanan kalıtım dereceleri çıkım ağırlığı yönünden standardize edilmiş ve edilmemiş verilerde 4. hafta canlı ağırlığı için  $0.13 \pm 0.0047$  ve  $0.11 \pm 0.0047$  (Özkan 1999) ve cin-

siyet faktörü yönünden 5. hafta canlı ağırlığı için  $0.209 \pm 0.048$  ve  $0.209 \pm 0.048$  olarak (Çağlayan ve İnal 2005) bildirilmiştir.

Japon bildircinlerinde 4. hafta canlı ağırlığı yönünden yapılan seleksiyon çalışmalarında ebeveynin 4. hafta canlı ağırlığına göre yavruların 4. hafta canlı ağırlığının regresyonu ile hesaplanan kalıtım dereceleri ağır ve hafif hatta sırasıyla  $0.42-0.70$  ve  $0.22-0.33$  arasında değişen değerlerde bildirilmiştir (Darden ve Marks 1988, Marks 1991).

Yavru-ebeveyn regresyonu metodu ile 4. hafta canlı ağırlığının kalıtım dereceleri, iki hattın erkeklerinde  $0.69 \pm 0.55$  ve  $0.80 \pm 0.10$ , dişilerinde  $0.70 \pm 0.32$  ve  $0.80 \pm 0.40$  düzeylerinde hesaplanmıştır (Oğuz ve Türkmüt 1999).

Japon bildircinlerinde 4. hafta canlı ağırlığı için yavru-ebeveyn regresyonu metodu ile hesaplanan kalıtım dereceleri  $0.15$  ile  $0.70$  arasında değişen değerlerde 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  $0.18 \pm 0.0056$  ve  $0.156 \pm 0.0057$  olarak hesaplanmıştır.

Chahil ve Johnson (1974), Japon bildircinlerinde 5. hafta canlı ağırlığın kalıtım derecesini yavru-ebeveyn regresyonu metodu ile hesaplamışlardır. Dişilerin annelerine ve erkeklerin annelerine regresyonu yoluyla hesaplanan kalıtım derecelerini sırasıyla  $0.44 \pm 0.31$  ve  $0.24 \pm 0.22$  olarak bildirmişlerdir. Yine bir başka çalışmada 5. hafta canlı ağırlığın yavru-ebeveyn regresyonu metodu ile cinsiyet faktörü yönünden standardize edilmiş ve edilmemiş verilerden hesaplanan kalıtım derecelerinin  $0.373 \pm 0.085$  ve  $0.377 \pm 0.086$  olduğu bildirilmiştir (Çağlayan ve İnal 2005).

Japon bildircinlerinde 58 günlük 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 metodu ile bireysel hayvan modeli kullanılarak Japon bildircinlerinde, canlı ağırlığa ait genetik parametrelerin ve kalıtım derecelerinin hesaplandığı bir çalışmada, kalıtım dereceleri kuluçkadan çıkıştan 6. haftaya kadar sırasıyla,  $0.51 \pm 0.05$ ,  $0.32 \pm 0.06$ ,  $0.20 \pm 0.05$ ,  $0.21 \pm 0.06$ ,  $0.20 \pm 0.05$ ,  $0.15 \pm 0.04$  ve  $0.14 \pm 0.04$  olarak tespit edilmiştir (Saatcı ve ark 2003). Yine REML metodu ile bireysel hayvan modeli kullanılarak (Mielenz ve ark 2004) iki farklı hatta Japon bildircinlerinin 6.

hafta canlı ağırlığının kalıtım derecesi erkeklerde 0.64 ve 0.65, dişilerde 0.47 ve 0.49 olarak hesaplanmıştır.

Özsoy (2000), Japon bildircinlerinde 4. hafta canlı ağırlığın kalıtım derecesini REML metodu ile 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. Yapılan bir başka çalışmada Japon bildircinlerinde, REML metodu ile 5. hafta canlı ağırlığın cinsiyet faktörü yönünden standardize edilmiş ve edilmemiş verilerden hesaplanan kalıtım derecelerinin  $0.220 \pm 0.050$  ve  $0.220 \pm 0.050$  olduğu bildirilmiştir (Çağlayan ve İnal 2005).

Tıgılı ve ark (1996), Japon bildircinlerinin canlı ağırlıklarına ait bazı genetik parametreleri, öz kardeş benzerliğinden yararlanarak tahmin ettikleri çalışmalarında çıkış, 1-6. hafta canlı ağırlığın kalıtım derecelerini sırasıyla 1.136, 0.605, 0.476, 0.538, 0.573, 0.569 ve 0.462 bulmuşlardır.

Akbaş ve Yaylak (2000), Japon bildircinlerinde, öz ve üvey kardeşler metodu ile baba + anne varyans unsurlarını kullanarak, çıkış, 1-6. hafta canlı ağırlığının kalıtım derecelerini sırasıyla,  $1.201 \pm 0.084$ ,  $0.632 \pm 0.085$ ,  $0.495 \pm 0.077$ ,  $0.535 \pm 0.080$ ,  $0.586 \pm 0.082$ ,  $0.690 \pm 0.084$  ve  $0.567 \pm 0.081$  olarak bildirmişlerdir.

Bu çalışma, bildircinlerin farklı yaşlardaki canlı ağırlığının kalıtım derecesinin hesaplanmasında "Baba-bir kardeşler korelasyonu", "Ebeveyn-yavru korelasyonu", "Yavru-ebeveyn regresyonu" ve "REML" metotlarının karşılaştırılması amacıyla yapılmıştır.

### Materyal ve Metot

Konya bölgesinde bulunan bazı bildircin çiftliklerinden toplanan yumurtaların Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ünitesinde kuluçkaya konulması sonucu elde edilen 6 haftalık yaştaki 20 erkek ve 100 adet dişi Japon bildircini (*Coturnix coturnix japonica*) araştırmanın anaç populasyonunu oluşturmuştur. Bu anaç sürüden elde edilen yumurtaların kuluçkası sonucu üretilen ve 6 haftalık yaşa ulaşan 1647 adet bildircin ise yavru populasyon olarak incelemeye alınmıştır.

Anaç bildircinlerin beslenmesinde Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ünitesinde hazırlanan % 20 HP ve 2800 kcal/kg ME içeren yumurtacı bildircin yemi ile civcivlerin beslenmesinde % 24 HP ve 2800 kcal/kg ME içeren büyütme yemi kullanılmıştır (Coşkun ve ark 1997).

Bildircin çiftliklerinden toplanan yumurtaların kuluçkası sonucu çıkan civcivler çıkıştan itibaren 6 haftalık oluncaya kadar aşağıda detaylı olarak belirtildiği şekilde yavru populasyon ile aynı şartlarda yetiştirildi ve bu bildircinler araştırmanın anaç populasyonunu oluşturdu. Anaç bildircinler sürekli aydınlatma uygulanan, doğal havalandırmalı 3 X 3 m boyutlarındaki odalarda barındırıldı. Bildircinler, her katta 20 X 30 X 30 cm boyutlarında 9 gözü bulunan 5 katlı kafeslere, her gözde 1 dişi olacak şekilde yerleştirildi. Bu her katta yer alan 5 dişilik gruplar için 1 erkek tahsis edildi. Dişi bildircinler yerleştirildikten 2 hafta sonra erkek bildircinler konulmaya başlandı. Erkekler bütün deneme süresi boyunca her gün kendilerine tahsis edilen bir başka dişinin kafes gözüne konuldu. Böylece 5 dişi bildircininden oluşan gruplar kendilerine ayrılan sadece 1 erkek bildircin ile çiftleştirildi.

Erkek bildircinler dişilerin yanına konulduktan on gün sonra kuluçkalık yumurtalar toplanmaya başlandı. Anaç bildircinlerden elde edilen yumurtalar günlük olarak baba ve ana numaralarına göre numaralandırıldı ve her bir yumurtaya ayrıca sıra numarası verildi. Numaralama işleminden sonra yumurtalar toplanıp tartıldı, 13 °C sıcaklık ve % 70 neme sahip depolama bölmesinde 10 gün süreyle depo edildi. Sonra baba gruplarına göre kerevetlere ayrı ayrı dizilerek sıcaklığı 37.8 °C'ye ve nemi % 60'a ayarlanan kuluçka makinesine yerleştirildi.

Kuluçkanın 15. günü civciv çıkışından 3 gün önce her baba ve anaya ait yumurtalar ayrı ayrı tül torbalara konularak çıkış sepetlerine dizildi. Çıkım süresince makinenin sıcaklığı 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 numarası takıldı. Civcivler tabanına 10 cm yüksekliğinde marangoz talaşı serilen 9 m<sup>2</sup>'lik odada barındırıldı. Civciv seviyesinde 35-37 °C'lik sıcaklığın sağlandığı odanın ısıtılmasında quartz sobalar kullanıldı. İlk 4 saatte civcivlere sadece % 5 oranında şekerli su verildi daha sonra önlere sürekli olarak büyütme yemi bulunduruldu. Tabii havalandırma ve 24 saat aydınlatma uygulanan odada, oda sıcaklığı her hafta 2.5-3 °C azaltılarak 6. haftada yaklaşık 20-21 °C'ye düşürüldü. Her hafta elektronik terazi ile bildircinlerin canlı ağırlığı belirlendi.

Elde edilen yavruların 0-6. hafta canlı ağırlığı için; Baba-bir kardeşler korelasyonu, Ebeveyn-yavru korelasyonu, Yavru-ebeveyn regresyonu ve REML metotları kullanılarak ayrı ayrı kalıtım dereceleri hesaplandı.

Bıldırcınların canlı ağırlığını etkileyen bir çok faktör vardır. Bu faktörlerin başında cinsiyet gelmektedir. Canlı ağırlığın 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, bıldırcınların canlı ağırlığı cinsiyetin etki payları dikkate alınarak düzeltildikten sonra kalıtım dereceleri hesaplandı.

Baba-bir kardeşler korelasyonu metodu ile kalıtım derecesinin hesaplanmasında varyans analizi kullanıldı (Düzgüneş ve Akman 1995). Ebeveyn-yavru korelasyonu ve yavru-ebeveyn regresyonu metodlarında anaların 0-6. hafta canlı ağırlığı ile yavruların 0-6. hafta canlı ağırlığı arasında korelasyon ve regresyon uygulandı (Obata 2001, Vanlı ve ark 2002). REML metodu ile kalıtım derecesi hesaplamalarında ise, MTDFREML (SPARSPAK Release 4., 2000) programından yararlanıldı. Bu metotta bütün hayvanları ve ortak ataları hesaba katan birey modeli tercih edildi (Meyer 1998).

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.

Minitab 12.1 (1998), paket programında GLM (General Linear Model; Genel Doğrusal Model) ile 0-6. 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 0-6. hafta canlı ağırlığına ait fenotipik değer,

$\mu$ : 0-6. hafta canlı ağırlığının genel ortalaması,

$b_i$ : i. babanın rasgele etkisi,

$c_j$ : j. cinsiyetin etkisi,

$e_{ijk}$ : tesadüften ileri gelen hata terimidir.

Değişik metodlar 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 (Petrie ve Watson, 1999; İnal, 2004).

## Bulgular

Japon bıldırcını ebeveynlerinin ve yavru bıldırcınların farklı yaşlardaki gelişim dönemlerine ait canlı ağırlık değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Erkek, dişi ve karışık grupta çıkıştaki varyasyon katsayıları sırasıyla %11.79, %11.52 ve %11.69 bulunmuştur. Birinci haftada bu değerler sırasıyla %22.99, %22.55 ve %22.78 değerine yükselmiş, 6. haftada ise %10.25, %15.03 ve %14.03 değerine kadar düşmüştür. Genel olarak en yüksek varyasyon birinci ve ikinci haftalarda gözlenmiş ve

Tablo 1. Ebeveynlerin ve yavru bıldırcınların haftalara göre canlı ağırlık ortalamaları (g).

Yaş (Hafta)	Anaç populasyon		Yavru populasyon					
	Baba (n=20)	Anne (n=100)	Erkek (n=843)	% V.K.	Dişi (n=804)	% V.K.	Erkek + Dişi (n=1647)	% V.K.
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$		$\bar{x} \pm S\bar{x}$		$\bar{x} \pm S\bar{x}$	
Çıkış	8.77±0.22	8.52±0.08	8.57±0.04	11.79	8.68±0.04	11.52	8.62±0.02	11.69
1	23.70±0.93	21.72±0.39	21.62±0.17	22.99	22.00±0.17	22.55	21.81±0.12	22.78
2	51.53±1.78	50.50±0.68	44.21±0.32	20.79	44.88±0.34	21.28	44.54±0.23	21.05
3	85.96±2.66	86.41±1.00	76.50±0.54 b	20.39	78.90±0.63 a	22.69	77.65±0.41	21.64
4	122.18±3.45	122.75±1.33	109.30±0.61 b	16.29	113.80±0.76 a	18.98	111.51±0.49	17.80
5	153.03±3.17	156.18±1.45	142.50±0.69 b	14.11	149.50±0.90 a	17.12	145.93±0.57	15.88
6	172.04±2.61	189.21±2.04	165.80±0.59 b	10.25	183.60±0.97 a	15.03	174.51±0.60	14.03

a, b: Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0.01).

Tablo 2. Yaşlara ve kullanılan metotlara göre hesaplanan kalıtım dereceleri ( $h^2$ ) ve standart hataları ( $Sh^2$ )

Yaş (Hafta)	BBK	EYK	YER	REML
Çıkış	0.954±0.246 a A	0.442±0.047 b A	0.030±0.003 c C	1.000±0.056 a A
1	0.155±0.063 ab B	0.168±0.049 a B	0.064±0.019 b C	0.210±0.050 a B
2	0.206±0.078 B	0.250±0.049 B	0.178±0.035 B	0.310±0.059 B
3	0.092±0.044 b B	0.191±0.049 ab B	0.247±0.064 a AB	0.210±0.051 ab B
4	0.102±0.047 b B	0.201±0.049 ab B	0.305±0.075 a AB	0.270±0.056 a B
5	0.085±0.042 b B	0.195±0.049 ab B	0.344±0.087 a AB	0.230±0.052 a B
6	0.139±0.058 b B	0.221±0.049 ab B	0.387±0.086 a A	0.330±0.062 a B

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 ( $P<0.05$ ).

yaşla birlikte azalmıştır. Ayrıca dişilerdeki varyasyonun erkeklerden fazla olduğu belirlenmiştir.

Yavru populasyonda çıkış, 1. ve 2. haftalarda cinsiyetler arasındaki canlı ağırlık ortalamaları önemli farklılık göstermezken ( $P>0.05$ ), 3. haftadan itibaren dişiler lehine önemli farklılıklar görülmüştür ( $P<0.01$ ).

Yavru populasyonda yer alan 1647 bildircina ait canlı ağırlıklar Genel Doğrusal Model metoduyla incelenmiş ve cinsiyetin canlı ağırlıklar üzerine etki miktarları hesaplanmıştır. Elde edilen etki miktarlarına göre (Çıkış, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6. hafta için sırasıyla 0.06, 0.19, 0.32, 1.14, 2.20, 3.46 ve 8.83 g) düzeltmeler uygulandıktan sonra kalıtım dereceleri hesaplanmıştır.

Araştırmada kullanılan 1647 adet yavru bildircinadan her baba ve anneye düşen ağırlıklı yavru sayısı 82.29 ve 16.46 olarak hesaplanmıştır.

Her yaş döneminde farklı metotlarla hesaplanan kalıtım dereceleri (Tablo 2) arasında yapılan istatistiksel incelemede çıkış döneminde baba-bir kardeşler korelasyonu ile REML metodunun birbirine benzer diğer metotların ise farklı olduğu, 1. haftada baba-bir kardeşler korelasyonu, ebeveyn-yavru korelasyonu ve REML metotlarının birbirine benzer yavru-ebeveyn regresyonu metodunun ise diğer metotlardan farklı olduğu belirlenmiştir. İkinci haftada tüm metotlar arasında farklılık bulunamamıştır. Üçüncü haftada baba-bir kardeşler korelasyonu ile yavru-ebeveyn regresyonu metodunun birbirinden farklı diğer metotların ise benzer olduğu gözlenmiştir. Dördüncü, 5. ve 6. haftada yavru-ebeveyn regresyonu ve REML metotları ile ebeveyn-yavru korelasyonu ve baba-bir kardeşler korelasyonu metotlarının birbirine benzer olduğu diğer metotlar arasındaki farklılığın ise önemli olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ).

Her metodun kendi içinde farklı yaş dönemleri arası yapılan istatistiksel incelemesinde baba-bir kardeşler korelasyonu, ebeveyn-yavru korelasyonu ve REML metotlarında çıkış döneminde hesaplanan kalıtım derecelerinin diğer yaş dönemlerindeki yüksek olduğu gözlenmiştir ( $P<0.05$ ). Yavru-ebeveyn regresyonu metodunda ise diğer metotlardan farklı olarak en yüksek kalıtım derecesi 6. haftada hesaplanmıştır (Tablo 2).

Baba-bir kardeşler korelasyonu metodu ile farklı yaşlardaki bildircinilerden elde edilen en küçük kalıtım derecesi ve standart hatası 5. hafta canlı ağırlıklarından (0.085±0.042), en büyük kalıtım derecesi ve standart hatası ise çıkış ağırlıklarından (0.954±0.246) hesaplanmıştır. Ebeveyn-yavru korelasyonu metodunda ise en küçük kalıtım derecesi 1. hafta canlı ağırlıklarından (0.168), en büyük kalıtım derecesi çıkış ağırlıklarından (0.442) hesaplanmıştır. En küçük standart hata yine çıkış ağırlıklarından (0.047), en büyük standart hata ise 2. hafta canlı ağırlıklarından (0.049) hesaplanmıştır.

Yavru-ebeveyn regresyonu metodunda en küçük kalıtım derecesi ve standart hatası çıkış ağırlıklarından (0.030±0.003), en büyük kalıtım derecesi 6. hafta canlı ağırlıklarından (0.387) belirlenmiştir. En büyük standart hata ise 5. hafta canlı ağırlıklarından (0.087) hesaplanmıştır. REML metodu ile en küçük kalıtım derecesi ve standart hatası 1. hafta canlı ağırlıklarından (0.210±0.050), en büyük kalıtım derecesi ise çıkış ağırlıklarından (1.000) tespit edilmiştir. Yine en büyük standart hata ise 6. hafta canlı ağırlıklarından (0.062) hesaplanmıştır.

Hesaplanan en büyük kalıtım derecelerini çıkış-2. hafta yaş dönemlerinde REML metodu, en küçük kalıtım derecelerini ise yavru-ebeveyn regresyonu

metodu vermiştir. 3-6. hafta yaş dönemlerinde en büyük kalıtım dereceleri yavru-ebeveyn regresyonu ve en küçük kalıtım dereceleri ise baba-bir kardeşler korelasyonu metodu ile hesaplanmıştır. Kalıtım derecelerinin standart hataları incelendiğinde; çıkış-2. haftada en büyük değer baba-bir kardeşler korelasyonu metodu ve en küçük değer de yavru-ebeveyn regresyonu metodu ile hesaplanmıştır. Diğer yaş dönemlerinde ise en büyük değer yavru-ebeveyn regresyonu ve en küçük değer ise baba-bir kardeşler korelasyonu metodu ile belirlenmiştir.

REML metodunda hesaplanan kalıtım dereceleri kuvvetlerine göre değerlendirildiğinde orta ve yüksek iken, diğer metotlarda düşük kalıtım dereceleri de hesaplanmıştır.

### Tartışma ve Sonuç

Araştırmada baba-bir kardeşler korelasyonu, ebeveyn-yavru korelasyonu, yavru-ebeveyn regresyonu ve REML metotları ile elde edilen kalıtım dereceleri sırasıyla 0.085 ile 0.954, 0.168 ile 0.442, 0.030 ile 0.387 ve 0.210 ile 1.000 arasında değişen değerler almışlardır.

Baba-bir kardeşler korelasyonu metodu ile 5. hafta canlı ağırlıklarından hesaplanan 0.085 değerindeki kalıtım derecesi, Strong ve ark (1978)'nin cinsel olgunluk çağındaki 746 bıldırcından tespit ettikleri 0.02 ve Çağlayan ve İnal (2005)'in 1752 ve 945 bıldırcınının 5. hafta canlı ağırlıklarından belirledikleri 0.089 ve 0.091 değerleri ile benzerken Dinç (1988)'in aynı yaşta hesapladığı 0.24 ve 0.32 değerinden düşüktür. Bu durum son yıllarda yapılan seleksiyon çalışmalarından dolayı cinsel olgunluk çağının zamanla gerilemiş olabileceğini düşündürmektedir. Özkan (1999)'in 4. hafta canlı ağırlıklarından belirlediği 0.13 değeri bu araştırmada hesaplanan 0.102 ve 6. hafta canlı ağırlıklarından hesaplanan 0.139 değeri de Arıtürk ve ark (1980)'nin 6 haftalık erkek bıldırcınlardan belirlediği 0.14 değeri ile benzerken, dişi bıldırcınlardan belirlenen 0.46 ve 0.75 değerlerinden düşüktür. Oğuz ve Türkmüt (1999)'un 4 haftalık erkek ve dişi bıldırcınlardan tespit ettiği 0.60 ile 1.00 ve 0.68 ile 0.86; Sefton ve Siegel (1974)'in 5. hafta canlı ağırlığındaki 530 erkek ve 521 dişiden belirlediği 0.51 ve 0.49 ile Toelle ve ark (1991)'nin baba unsurlarından tespit ettiği 0.49; Garwood ve Diehl (1987)'in erkek ve dişi bıldırcınlardan tespit ettikleri 1.29 ve 1.34 değerlerindeki kalıtım dereceleri bu araştırmada elde edilen 0.102 ve 0.085 değerlerinden yüksektir. Kalıtım derecesi tahminlerinde dikkate alınması gereken ortak çevrenin önemli bir kısmının annenin özel etkisinden meydana geldiği bildirilmektedir (Sefton ve Siegel 1974). Baba-bir kardeşler korelasyonu

metodunda diğer metotlardan farklı kalıtım derecelerinin elde edilmesi annelerin etkilerinin devre dışı bırakılmasından ve eklemeli genetik varyasyondan kaynaklanabilir. Ayrıca baba-bir kardeşler korelasyonu metodu sapmasız tahminler vermesi avantajının yanısıra negatif tahminler verebilmesi gibi bir dezavantaja da sahiptir.

Ebeveyn-yavru korelasyonu metodu ile bu araştırmada 4. hafta canlı ağırlıklarından hesaplanan 0.201 değerindeki kalıtım derecesi Özkan (1999)'in bildirdiği 0.13 ve 0.11 değerlerinden yüksek iken, 5. hafta canlı ağırlıklarından hesaplanan 0.195 değerindeki kalıtım derecesi ise Çağlayan ve İnal (2005)'in 1752 bıldırcından hesapladıkları 0.209 değeri ile benzerdir.

Yavru-ebeveyn regresyonu metodu ile 4. hafta canlı ağırlıklarından hesaplanan 0.305 değerindeki kalıtım derecesi, Marks (1971)'in bildirdiği 0.29 ve yine Marks (1991)'in bildirdiği 0.33 değeri ile benzerken, Darden ve Marks (1988)'in belirlediği 0.22, Camcı ve ark (1991) ile Özkan (1999)'in tespit ettikleri 0.15 ile 0.18 arasında değişen değerlerden yüksektir. Marks (1971)'in bildirdiği 0.34 ile yine Marks (1991)'in bildirdiği 0.70, Camcı ve ark (1991)'nin belirlediği 0.69 ile Darden ve Marks (1988)'in tespit ettiği 0.48 ve 0.70 ve Oğuz ve Türkmüt (1999)'un erkek ve dişi bıldırcınlardan belirlediği 0.69 ve 0.70 değerleri de bu araştırmada belirlenen 0.305 değerindeki kalıtım derecesinden yüksektir. Araştırmada 5. hafta canlı ağırlıklarından hesaplanan 0.344 değerindeki kalıtım derecesi, Çağlayan ve İnal (2005)'in 945 bıldırcınının 5. hafta canlı ağırlıklarından hesapladıkları 0.342 ve 0.355 değerleri ile benzerken, Chahil ve Johnson (1974)'un aynı yaşta bildirdikleri 0.44 değeri ile Becker ve ark (1985)'nin 58 günlük yaştaki bıldırcınlardan belirledikleri 0.72 değerinden düşüktür. Ebeveyn-yavru korelasyonu ve yavru-ebeveyn regresyonu metotlarında diğer metotlardan farklı kalıtım derecelerinin hesaplanması baba etkilerinin devre dışı bırakılıp annelerin etkilerinin dominant hale gelmesinden kaynaklanmış olabilir.

Ebeveyn-yavru korelasyonu metodunda gerek anaların gerekse yavruların incelenen karakter bakımından seleksiyona tabi tutulmamış olması gerekmektedir (Vanlı ve ark 2002). Çoğunlukla ebeveynler incelenen karakter bakımından seçtiklerinden ebeveynlerin varyansı yavrularınkinden az olmaktadır. Bu durum, ebeveyn-yavru korelasyonunun gerçekte olması gerekenden küçük çıkmasına sebep olurken yavruların ebeveynlere regresyonuna etki etmez. Bundan dolayı, kalıtım derecesi tahmininde ebeveyn-yavru ko-

relasyonu yerine regresyon metodu tercih edilmiştir.

REML metodu ile bu çalışmada çıkış ve 2. hafta canlı ağırlıklarından hesaplanan 1.000 ve 0.310 değerlerindeki kalıtım dereceleri, Saatçi ve ark (2003)'ün 1108 bıldırcınının çıkış ve 2. hafta canlı ağırlıklarından belirledikleri 0.51 ve 0.20 değerlerinden yüksektir. Araştırmada 1. ve 3. hafta canlı ağırlıklarından hesaplanan 0.210 ve 0.210 değerleri ise Saatçi ve ark (2003)'ün 1. hafta canlı ağırlıklarından bildirdikleri 0.32 değerinden düşük iken, 3. hafta canlı ağırlıklarından bildirdikleri 0.210 değeri ile aynıdır. Bu çalışmada 4. hafta canlı ağırlıklarından hesaplanan 0.270 değerindeki kalıtım derecesi Özsoy (2000)'ün 4 haftalık yaşta 638 bıldırcından belirlediği 0.327 değerinden düşük iken, Saatçi ve ark (2003)'ün aynı yaşta bildirdikleri 0.20 değerinden yüksektir. Çağlayan ve İnal (2005)'in 945 ve 1752 bıldırcınının 5. hafta canlı ağırlıklarından hesapladıkları 0.230 ve 0.220 değerleri bu çalışmada aynı yaşta elde edilen 0.230 değeri ile benzerken Saatçi ve ark (2003)'ün bildirdikleri 0.15 değerinden yüksektir. Araştırmada 6. hafta canlı ağırlıklarından hesaplanan 0.330 değerindeki kalıtım derecesi Mielenz ve ark (2004)'ün 6 haftalık erkek ve dişi bıldırcınlardan tespit ettikleri 0.65 ve 0.49 değerlerinden düşük iken Saatçi ve ark (2003)'ün aynı yaşta belirledikleri 0.14 değerinden yüksektir. REML metodunda farklı kalıtım derecelerinin hesaplanması diğer metotlarda hesaba katılmayan birçok akrabalık ilişkilerinin değerlendirilmesinden kaynaklanmış olabilir. Ayrıca REML metodu diğer metotlardan farklı olarak kalıtım derecesi hesaplamalarında sabit etkilerin serbestlik derecesini de dikkate almaktadır. Bu durum REML metoduna bir üstünlük sağlamaktadır.

Genel olarak kalıtım derecesi tahminlerindeki geniş varyasyon, kalıtım derecesi tahmin yöntemlerinden, çevre şartlarının ve populasyonların değişkenliğinden, kalıtım derecelerinin farklı cinsiyet ve yaşlardaki canlı ağırlıklar ile farklı sayıda hayvan materyali kullanılarak tahmin edilmesinden kaynaklanabilir.

Bu çalışma sonuçlarına göre aşağıdaki yorumlar sıralanabilir.

1. Genel olarak çıkış ağırlığının kalıtım derecesinin diğer yaşlardakinden daha yüksek olduğu söylenebilir. REML metodunda hesaplanan kalıtım dereceleri kuvvetlerine göre değerlendirildiğinde orta ve yüksek iken, diğer metotlarda düşük kalıtım dereceleri de hesaplanmıştır. Standart hatasının kendisinin yarısından ( $h^2 \geq 2Sh^2$ ) küçük olan kalıtım derecesi güvenilir kabul edilebilir (Evrin ve Güneş, 1996). Bütün metotlarda hesaplanan kalıtım de-

recelerinin standart hatalarının iki katı kendi değerlerinden küçük çıktığı için güvenli bir tahmin yapıldığı söylenebilir.

2. Genel olarak en küçük kalıtım dereceleri ve standart hataları baba-bir kardeşler korelasyonu metodunda, en büyük kalıtım dereceleri ve standart hataları ise REML ve yavru-ebeveyn regresyonu metotlarında elde edilmiştir. Baba-bir kardeşler korelasyonu, ebeveyn-yavru korelasyonu ve REML metotlarında yaş ilerledikçe hesaplanan kalıtım derecelerinde inişler ve çıkışlar olduğu, yavru-ebeveyn regresyonu metodunda ise düzenli bir artış olduğu dikkati çekmektedir.

3. Kalıtım derecesi tahmininde ebeveyn-yavru korelasyonu yerine regresyon metodu tercih edilmiştir. Baba-bir kardeşler korelasyonu metodu sapsiz tahminler vermesinin yanısıra negatif kalıtım derecesi tahminleri verebilmesi gibi bir dezavantaja da sahiptir. REML metodu da ayrıntılı istatistik sonuçlar vermesi, bireyler arasındaki bütün akrabalıkları incelemesi ve eksik verileri değerlendirebilmesi, her zaman pozitif varyans unsurları ve pozitif kalıtım derecesi elde edilmesi gibi özelliklerinden dolayı tercih edilebilir bir metottur.

#### 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.
- Antürk, E., Aksoy, F.T., Şengör, E. (1980). Bıldırcınlarda (*Coturnix coturnix japonica*) Kalıtım Dereceleri ve Çeşitli Korelasyonların Saptanmasında Çevre Şartlarının Etkisi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 27 (3-4), 528-539.
- 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.
- Çağlayan, T., İnal, Ş. (2005). Bıldırcınlarda Canlı Ağırlığın Kalıtım Derecesinin Hesaplanmasına Veri Sayısının ve Farklı Hesaplama Yöntemlerinin Etkisi. Vet. Bil. Derg., 21 (3-4), 5-14.
- Darden, J.R., Marks, H.L. (1988). Divergent Selection for Growth in Japanese Quail Under Split and Complete Nut-

ritional Environments. 1. Genetic and Correlated Responses to Selection. *Poultry Sci.*, 67, 519-529.

Dinç, Z. (1988). Japon Bildircinlarında (*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.

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

Garwood, V.A., Diehl, K.C. (1987). Body Volume and Density of Live *Coturnix Quail* and Associated Genetic Relationships. *Poultry Sci.*, 66, 1264-1271.

İnal, Ş. (2004). "Biyometri". S.Ü. Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi, Konya.

Lynch, M., Walsh, B. (1998). "Genetics and Analysis of Quantitative Traits". Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts, U.S.A.

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.

Meyer, K. (1998). "DFREML Version 3.0  $\beta$  User Notes".

Mielenz, N., Noor, R.R., Schueler, L. (2004). Estimation of Additive and Non-additive Genetic Variances of Body Weight, Egg Weight and Egg Production in Quail, Using Animal Models. XXII World's Poultry Congress, June 8-13, İstanbul.

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.

Oğuz, İ., Türkmüt, L. (1999). Japon Bildircinlarında (*Coturnix coturnix japonica*) Canlı Ağırlık İçin Yapılan Seleksiyonun Bazı Parametrelere Etkisi. 1. Genetik Parametreler. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, 23, 215-224.

Özkan, E. (1999). Bildircinlarda (*Coturnix coturnix japonica*) 4. Hafta Canlı Ağırlığa Göre Yapılan Seleksiyonun Etkinliği ve Çeşitli Yumurta-Karkas Verim Özellikleri Üze-

rine Seleksiyonun Etkisi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Özsoy, A.N. (2000). Bildircinlarda 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.

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

Settar, P., Türkmüt, L. (1998). Method Comparison for Estimation of Breeding Values in Layers. WPSA-Israel Branch 10th European Poultry Conference Jerusalem, Israel.

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.

Szwaczkowski, T., Cywa-Benko, K., Wezyk, S. (2003). A note on inbreeding effect on productive and reproductive traits in laying hens. *Animal Science Papers and Reports* 21 (2), 121-129.

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

Tiğli, R., Yaylak, E. Balcıoğlu, M.S. (1996). Japon Bildircinlarının Çeşitli Verim Özelliklerine Ait Fenotipik ve Genetik Parametreler. III. Bir Erkek- Bir Dişi (Single Pair) Çiftleşme Metoduyla Canlı Ağırlıkların Kalıtım Derecesi Tahmini. *Akd. Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 9: 280-287.

Toelle, V.D., Havenstein, G.B., Nestor, K.E., Harvey, W.R. (1991). Genetic and Phenotypic Relationships in Japanese Quail. 1. Body Weight, Carcass, and Organ Measurements. *Poultry Sci.*, 70: 1679-1688.

Ünver, Y., Akbaş, Y., Oğuz, İ. (2004). Yumurta Tavuklarında Box-Cox Transformasyon Uygulamasının Genetik Parametre Tahminlerine Etkisi. *Türk J Vet Anim Sci.*, 28, 249-255.

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