

SELEKSİYON YAPILAN JAPON BILDİRCİNİ HATTINDA GERÇEKLEŞEN KALITIM DERESESİNİN TAHMİN EDİLMESİ VE SELEKSİYONUN DÖL VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ*

(Estimation of Realized Heritability and Effect of Selection for Body Weight on Fitness in
Selected Japanese Quail Line)

Mehmet Ali YILDIZ¹ M. Muhip ÖZKAN² Tahsin KESİCİ²

1. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Genetik ve Biyometri Anabilim Dalı-KONYA

2. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Genetik ve Biyometri Anabilim Dalı-ANKARA

ÖZET

Bu çalışmada, Japon bildircinlarında 7 ile 15. generasyonlar arasında 5. hafta canlı ağırlık artışı yönünde yapılan seleksiyonla gerçekleşen kalıtım dereceleri hesaplanmış ve ayrıca beşinci hafta canlı ağırlık artışı yönünde yapılan seleksiyonun döl verimine etkileri iz (path) analizi ile araştırılmıştır.

Canlı ağırlık artışı yönünde gerçekleşen kalıtım dereceleri dişilerde 0.05 ve 0.09 ± 0.02 , erkeklerde ise 0.03 ve 0.06 ± 0.02 olarak tahmin edilmiştir. Canlı ağırlık artışı ile fitness arasında istatistik olarak önemli antogonistik bir ilişki tespit edilmemiştir. Ayrıca fitness üzerine etki ettiği varsayılan unsurların doğrudan ve dolaylı etkileri de istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

Anahtar kelimeler: Seleksiyon, Kalıtım Derecesi, Fitness, Japon Bildircini.

SUMMARY

In this study, the realized heritabilities with the effect of selection on 5 weeks body weight of Japanese quail line between 7th and 15th generations were calculated with two different methods. The effect of selection for the fifth week body weight on fertility was investigated by using path coefficient in the same subgroups of Japanese quail lines.

The estimated heritabilites in females were 0.05 and 0.09 ± 0.02 . The estimated heritabilites in males were 0.03 and 0.06 ± 0.02 . The results showed that the antagonistic correlation between the body weight and fitness was not significant. The effects of direct and indirect factors on the number of offspring were also determined in significant.

Key words: Selection, Heritability, Fitness, Japanese Quail.

GİRİŞ

Ekonomik üretime konu olan kültür hayvanlarında üzerinde durulan özellikler bakımından ekonomik değeri yüksek olan genotiplerin frekanslarının artırılması arzulanır. Bu amaçla uygulanan seleksiyon ile, ilgili kantitatif bir karakteri etkileyen eklemeli genlerin nisbi miktarının çoğaltılmasıyla populasyonun fenotipik değeri yükseltilebilir.

Seleksiyonun populasyonda kantitatif özellik bakımından eklemeli etkisi yüksek olan genlerin nisbi miktarının artmasını sağladığı, buna karşılık doğal seleksiyonun ekonomik özellik bakımından orta fenotipli olan heterozi-

got genotiplerin nisbi frekanslarını artırdığı şeklinde ifade edilmektedir(3). Populasyonda uygulanan seleksiyon baskısına karşı zıt bir fonksiyona sahip olan doğal seleksiyon etkenlerinden birisi de genetik homeostasis olarak ifade edilmekte olup, bu kavram populasyonun mevcut gen pozisyonunu muhafaza etmesi olarak tanımlanmaktadır (11).

Seleksiyon ile üzerinde durulan özellikler bakımından populasyonun fenotipik değerinin yükseltilmesine çalışılırken, aynı zamanda populasyonun devamı için önemli olan fitness değeri gibi biyolojik fonksiyonları dolaylı

* :Ankara Üniv. Araştırma Fonu Müdürlüğü tarafından desteklenen 89.11.11.04 numaralı projeden özetlenmiştir.

olarak ne yönde ve ölçüde değiştirdiğini de bilmek son derece önemlidir (4).

Fitness, doğal seleksiyonun bir sonucu olarak değerlendirilmekte ve döl verme yaşına kadar yaşayan döl sayısı olarak ifade edilmektedir. Doğal seleksiyon popülasyonda her bireyin gelecek generasyona eşit oranda katkıda bulunamaması şeklinde de tanımlanabilir. Böyle bir durumda doğal seleksiyonun ekonomik özellik bakımından ortalamaya yakın fenotiplere yani heterozigot genotiplerin daha fazla döl vermesine olanak sağladığı buna karşılık seleksiyonun popülasyonda eklemeli etkisi yüksek genlerin nisbi miktarını artırmakla birlikte dolaylı olarak döl veriminde nasıl bir değişme meydana getirebileceği tartışılmaktadır (3-5, 16).

Genel olarak, seleksiyonun başlangıç generasyonlarında tahmin edilen kalıtım derecesi ve buna bağlı olarak elde edilen genetik ilerleme sonraki generasyonlara oranla daha yüksektir. Nitekim 4. Hafta canlı ağırlık artışı yönünde seleksiyon yapılan grupta gerçekleşen kalıtım derecelerinin 1-10. kuşakları arasında yüksek (0.32-0.45), 1-20 kuşakları arasında orta (0.22-0.32), 20-40 kuşakları arasında ise düşük (0.00-0.17) olduğu bildirilmektedir (2, 13).

Dördüncü hafta canlı ağırlık artışı ve azalışı yönünde kalıtım dereceleri sırasıyla 0.38 ve 0.32 olarak tahmin edilmiştir (14). Ayrıca yeterli çevre koşullarında hesaplanan canlı ağırlığa ait kalıtım derecesinin yetersiz besleme çevresinde hesaplanandan yüksek olabileceğinin bildirilmesine rağmen (13), farklı çevre koşullarının, kalıtım derecesinin hesaplanmasında herhangi bir etkisinin bulunmadığı da ifade edilmektedir (18).

Yapılan araştırmalarda cinsiyet faktörü dikkate alındığında, gerçekleşen kalıtım derecesi bıldırcınlarda 5. Hafta canlı ağırlık artışı için ilk kuşakta dişiler ve erkekler için sırasıyla 0.62 ve 0.38 (6) aynı popülasyon için 1-6 kuşaklar arasında cinsiyet ayrımı

yapılmaksızın yaklaşık 0.30 olarak bildirilmiştir (8). Yine 4. Hafta canlı ağırlık artışına ait gerçekleşen kalıtım derecesi 1-6. Kuşakları arasında dişilerde 0.58 erkeklerde ise 0.33 olarak hesaplanmıştır (12).

Rastgele çiftleşen popülasyonlarda iki özellik arasındaki kovaryans unsurlarının tahmin edilmesine yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır (1). Beşinci haftaya kadar yaşayan döl sayısı üzerine, konan yumurta sayısı, döllülük oranı, kuluçka randımanı ve çıkış gücünün doğrudan ve dolaylı etkileri path (iz) analizi ile araştırılmıştır (19,20). Japon bıldırcınlarında döllülük oranı ve çıkış gücünün döl verimi ile olan iz katsayılarının seleksiyon yapılmayan grupta negatif, seleksiyon yapılan grupta ise son iki generasyon pozitif olarak gerçekleştiği bildirilmektedir (8).

Bu çalışma ile Japon bıldırcınlarında, 7 ile 15. Kuşaklar arasında 5. Hafta canlı ağırlık artışı yönünden yapılacak seleksiyonla gerçekleşen kalıtım derecelerinin hesaplanması ve canlı ağırlık artışı yönünde yapılan seleksiyonun döl verimine olan dolaylı etkilerinin iz analizi ile araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışma Ankara Ü.Z.F. Zootekni Bölümü Bıldırcın Yetiştiriciliği Ünitesinde değişik zamanlarda farklı ülkelerden (Fransız, Alman) temin edilen ve TÜBİTAK VHAG-625 sayılı projede kullanılan popülasyonlarda yürütülmüştür (7). Bu amaçla iki grup oluşturulmuş olup, alt gruplardan birisinde 5. hafta canlı ağırlık artışı yönünde seleksiyon yapılırken (C grubu) diğeri kontrol grubu (K grubu) olarak rastgele yetiştirilmiştir.

Bu alt gruplarda ebeveyn olarak belirlenen erkekler, her dişinin bulunduğu bölmeye dönüşümlü olarak konularak, hayvanlar cinsi olgunluğa geldikten hemen sonra iki dişi bir erkeğe verilerek rastgele çiftleştirilmişlerdir. Çiftleşmenin ilk 20

gününde hayvanların birbirine alışmasını temin etmek ve döllülük oranını artırmak amacıyla yumurta toplanmamıştır. Yumurta toplama ve kuluçkaya koyma işlemi bundan sonra üç hafta süreyle birer haftalık üç parti halinde yapılmıştır.

Civcivler çıkıştan itibaren pedigrili yetiştirmeye uygun ana makinasında 5 hafta süreyle yavru yemiyle (% 24.5 Protein, 3000 ME), 5. hafta canlı ağırlık tartıları yapıldıktan sonra da seçilen ebeveynler yetişkin bildircinler için hazırlanan damızlık yemiyle (%17.5 Protein, 2750 ME) beslenmişlerdir.

Hayvanlar 5 haftalık iken 0.1 g duyarlılık terazi ile tartılmıştır. Her grupta her kuşak elde edilen sonuçlar bilgisayara kaydedilmiştir. Japon bildircinlerinde yumurta verimi aydınlatmaya fazlaca bağlı olduğundan, çiftleştirme-lerin yapıldığı oda sürekli olarak aydınlatılmıştır. İki alt gruba ayrılarak oluşturulan gruplarda seleksiyon yoğunluğu (entansitesi) dişilerde % 40, erkeklerde % 20 olarak planlanmıştır. Ebeveyn sayısı popülasyon genişliği ve kümes imkanlarına bağlı olarak bazı kuşaklarda değişkenlik göstermesine rağmen, genel olarak planlanan yapıya uygun olmuştur.

Araştırmada, C grubunda gerçekleşen kalıtım derecelerinden h_i^2 her bir cinsiyet için kontrol grubuna (K grubu) göre düzeltilen seleksiyon üstünlüğü (d_i) ve genetik ilerlemelerden (r_i) (9,10), h_2^2 ise aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmıştır (3,15).

$$h_i^2 = b_i = \sum_i d_i r_i / \sum_i d_i^2$$

$$d_i = (\bar{C}_i' - \bar{C}_i) - (\bar{K}_i' - \bar{K}_i)$$

$$r_i = (\bar{C}_i - \bar{K}_i) - (\bar{C}_{i-1} - \bar{K}_{i-1})$$

Bu eşitliklerde;

d_i : i . kuşaktaki seleksiyon üstünlüğü

r_i : i . kuşakta seleksiyonla sağlanan ilerleme

\bar{C}_i' : i . kuşakta seleksiyon yapılan grupta seçilen ebeveynlerin ortalaması

\bar{C}_i : i . kuşakta seleksiyon yapılan grubun ortalaması

\bar{C}_{i-1} : i . kuşakta seleksiyon yapılan grubun bir önceki generasyondaki ortalaması

\bar{K}_i' : i . kuşaktaki kontrol grubunda rastgele seçilen ebeveynlerin ortalaması

\bar{K}_i : i . kuşakta kontrol grubunun ortalaması

\bar{K}_{i-1} : i . kuşakta kontrol grubunun bir önceki kuşaktaki ortalaması şeklindedir.

Ayrıca,

h_2^2 : i . kuşak ortalamasının (kontrol grubundan sapma) eklemeli seleksiyon üstünlüğüne olan regresyonudur.

Beşinci haftaya kadar yaşayan döl sayısı (YDS), asıl döl verim (fitness) ölçüsü olup bunun üzerine, unsurları olan konan yumurta sayısı (YS), döllülük oranı (DO), kuluçka randımanı (KR) ve çıkış gücü (ÇG)'nin doğrudan ve dolaylı etkileri de path analizi ile araştırılmıştır.

İki değişken arasındaki ilişkinin bir diğer değişken yada değişkenlerin etkisine bağlı olarak değiştiği ve korrelasyon katsayısının iki değişken arasındaki ilişkiyi belirlemede yetersiz kaldığı durumlarda Path analizinin sebep ve sonuç ilişkisinin ortaya konmasında etkili bir istatistik yöntem olarak kullanılabilceği (17) tarafından bildirilmiştir.

Sonuçlar ($y = YDS$), i . sebep (x_i) değişkeni arasındaki korrelasyon katsayısı; $r_{x_i y} = \rho_{x_i y} \cdot r_{x_i x_i} + \dots + \rho_{x_i y} + \dots + \rho_{x_n y} \cdot r_{x_n x_i}$ şeklin de tanımlanabilir. Bu eşitlikteki $\rho_{x_i y}$, i . sebep değişkeninin sonuç değişkeni üzerine olan doğrudan etkisini (iz katsayısını), $\rho_{x_i y} \cdot r_{x_i x_j}$ ise $i \neq j$ olmak üzere i . sebep değişkeninin, j . sebep değişkeni vasıtasıyla sonuç değişkenine olan dolaylı etkisidir.

İz katsayısı bilinmeyen n tane doğrudan ($\rho_{x_i y}$); $[P_{xy}] = [R_{xx}]^{-1} \cdot [R_{xy}]$ eşitliğinden çözülür. Burada $[P_{xy}]$ sebep değişkenleri ile

sonuç değişkeni arasındaki doğrudan etkileri gösteren katsayılar vektörünü, $[R_{xx}]$ sebep değişkenleri arasındaki korrelasyon katsayıları matrisini ve $[R_{xy}]$ de sonuç değişkeni ile sebep değişkenleri arasındaki korrelasyon katsayıları vektörünü ifade etmektedir.

Dolaylı etkiler ise, $[D]=[R_{xx}].[P_{xy}]$ eşitliğinden çözülür. Bu etkiler hesaplanırken sebep değişkenleri ile sonuç değişkeni arasındaki doğrudan etkileri gösteren katsayılar vektörü $[P_{xy}]$, köşegen elamanlarına bu etkilerin yerleştirildiği köşegen dışı elamanları da sıfır olan bir kare matrise dönüştürülür. Hesaplama sonucu elde edilen $[D]$ matrisinin köşegen elemanları doğrudan etkileri, köşegen dışındaki elemanları da her bir satır için birinci sebep değişkeninden başlamak üzere diğer değişkenler üzerinden sonuç değişkeni üzerine olan dolaylı etkileri göstermektedir,

Generasyonlar boyunca optimum çevre şartları sabit tutulmadığından, değişkenler arasında hesaplanan ikili korrelasyonlarda generasyonların etkisini gidermek amacıyla korrelasyonlar her bir generasyona ait toplanmış çarpımlar ve kareler toplamından hesaplanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Beşinci hafta canlı ağırlık artışına ait gerçekleşen kalıtım dereceleri (h_1^2 ve h_2^2) dişilerde 0.05 ve 0.09 ± 0.02 , erkeklerde ise 0.03 ve 0.06 ± 0.02 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1).

C grubunda tahmin edilen kalıtım dereceleri, bu araştırmanın yürütüldüğü generasyonlar (1-20) için bildirilen değerlerden daha çok, 20 ile 40. Generasyonlar arasında belirtilen düşük seviyeli kalıtım derecelerine (12,13) benzemektedir.

Üzerinde çalışılan popülasyonun ilk generasyonunda dişiler ve erkekler için sırasıyla 0.62 ve 0.38 olarak bildirilen (6) gerçekleşen

kalıtım dereceleri, 1-6 generasyonları arasında yaklaşık 0.30'a (8), 7-15 generasyonları arasında ise 0.03-0.069 gibi düşük bir seviyede gerçekleşmiştir.

Çizelge 1. C grubunda dişi ve erkeklerde yedi ile on beşinci generasyonlar arasında gerçekleşen kalıtım dereceleri (GKD).

| GKD | Dişi | Erkek |
|---------|-----------------|-----------------|
| h_1^2 | 0.05 | 0.03 |
| h_2^2 | 0.09 ± 0.02 | 0.06 ± 0.02 |

Çizelge 2' de K ve C gruplarında path analizine konu olan değişkenler arasındaki korrelasyonlar, Çizelge 3 ve 4' de ise sırasıyla K ve C gruplarında hesaplanan YDS sonuç değişkeni ile YS, DO, KR ve ÇG sebep değişkenleri arasındaki doğrudan ve dolaylı etkiler verilmiştir.

Çizelge 2. Beşinci hafta ana canlı ağırlığı(CA) ile döl verim özellikleri(YS, DO, KR ve ÇG) arasındaki fenotipik korrelasyonlar.

| Gen. | Grup | CA-YS | CA-DO | CA-KR | CA-ÇG | CA-YDS |
|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 7 | C | 0.05 | -0.34 | -0.31 | -0.19 | -0.03 |
| | K | -0.10 | -0.16 | -0.15 | -0.06 | 0.01 |
| 8 | C | 0.00 | -0.17 | -0.17 | -0.02 | 0.01 |
| | K | -0.06 | -0.09 | 0.05 | 0.20 | -0.04 |
| 9 | C | -0.09 | -0.06 | -0.33 | -0.23 | -0.31 |
| | K | -0.03 | -0.11 | -0.15 | -0.09 | -0.24 |
| 10 | C | 0.01 | -0.03 | 0.39 | 0.37 | -0.02 |
| | K | -0.06 | 0.33 | 0.15 | -0.15 | -0.50 |
| 11 | C | -0.12 | -0.22 | -0.22 | -0.04 | -0.38 |
| | K | 0.14 | -0.25 | -0.16 | 0.02 | -0.63 |
| 12 | C | -0.14 | -0.31 | -0.25 | -0.03 | 0.00 |
| | K | 0.07 | 0.40 | -0.00 | -0.44 | 0.29 |
| 13 | C | -0.14 | 0.05 | -0.07 | -0.18 | -0.09 |
| | K | -0.18 | -0.11 | -0.23 | -0.16 | -0.37 |
| 14 | C | 0.14 | 0.00 | 0.27 | 0.27 | 0.00 |
| | K | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.07 | -0.22 |
| 15 | C | -0.30 | 0.02 | 0.20 | 0.26 | -0.29 |
| | K | -0.14 | -0.16 | -0.06 | 0.04 | 0.20 |

Çizelge 3. K grubunda ait sonuç(YDS) ile YS, DO, KR ve ÇG sebep değişkenleri arasındaki doğrudan ve dolaylı etkiler.

| | YS | DO | KR | ÇG |
|-----|---------|---------|--------|---------|
| YDS | -0.0550 | -0.0611 | 0.0548 | 0.0112 |
| YS | -0.0007 | -0.5081 | 0.4797 | 0.0644 |
| DO | -0.0004 | -0.3432 | 0.7102 | -0.3559 |
| KR | 0.0001 | 0.0593 | 0.4579 | -0.5519 |

Çizelge 4. C grubunda sonuç(YDS) ile YS, DO, KR ve ÇG sebep değişkenleri arasındaki doğrudan ve dolaylı etkiler.

| | YS | DO | KR | ÇG |
|-----|---------|---------|---------|---------|
| YDS | 0.0189 | -0.0119 | 0.0179 | -0.0143 |
| YS | -0.0012 | 0.1921 | -0.1234 | -0.0316 |
| DO | -0.0017 | 0.1180 | -0.2009 | 0.1427 |
| KR | -0.0013 | -0.0289 | -0.1366 | 0.2098 |

Her bir sebep değişkeni ile sonuç değişkeni arasındaki korelasyonun unsurları olan doğrudan ve dolaylı etkiler istatistik olarak önemli olmamasına rağmen bunlardan bazıları, path analizinin metodolojisini açıklamak amacıyla aşağıda anlatılmıştır.

Sebep değişkenlerinden kuluçka KR sonuç değişkeni olan 5.haftada YDS değişkeni üzerine olan doğrudan etki miktarı 0.7102 olarak bulunmuştur. Ancak adı geçen değişkenin DO ve ÇG sebep değişkenleri üzerinden sonuç değişkenine olan dolaylı etki miktarları sırasıyla -0.3432 ve -0.3559 olarak negatif değerli bulunduğundan pozitif yöndeki doğrudan etki bu dolaylı etkilerle dengelenmektedir. Dolayısıyla KR, 5. haftada YDS üzerine olumlu yönde doğrudan etkisinden söz edilebilirse de, aynı değişkenin DO ve ÇG değişkenleri üzerinden 5.haftada YDS olumsuz etkide bulunabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

C grubunda ise KR doğrudan etkisi negatif olurken, DO ve ÇG değişkenleri üzerinden 5.haftada YDS üzerine dolaylı etkileri ise sırasıyla 0.1180 ve 0.1427 olarak pozitif bulunmuştur.

K grubunda ÇG'nün, 5.haftada YDS üzerine olan doğrudan etki miktarı negatif (0.5519) bulunmuştur. Ancak bu negatif etkinin yaklaşık olarak % 83'lük büyük bir kısmı aynı değişkenin KR üzerinden olan pozitif yöndeki dolaylı etkisi ile dengelenmektedir.

Dolayısıyla ÇG'nün, 5.haftada yaşayan YDS üzerine azaltıcı yönde doğrudan etkiye, KR üzerinden ise arttırıcı yönde dolaylı etkiye sahip olduğu söylenebilir. K grubunda çıkış gücüne ait yukarıda açıklanan sonuçların bir benzeri DO için de geçerlidir. Ancak ilk başta da belirtildiği gibi bulunan bu etki miktarlarının hiçbiri istatistik olarak önemli değildir.

Tablolarda dikkati çeken önemli bir nokta da YS ile ilgili olamdır. YS değişkeni, 5. haftada YDS ile önemli bir korelasyona sahip olmadığı gibi, bu değişkenin doğrudan ve diğer değişkenler üzerinden olan dolaylı etki miktarları da istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

Aynı şekilde diğer değişkenlerin, konan yumurta sayısı üzerinden olan dolaylı etki miktarları da sıfıra yakın değerler olduğundan, konan yumurta sayısının diğer üç değişkenle modele alınmasının gereksiz olduğu ve bu değişkenin beşinci haftada yaşayan döl sayısı üzerine önemli derecede etkili bir sebep değişkeni olarak alınamayacağı söylenebilir.

SONUÇ

C grubunda hesaplanan kalıtım derecelerinin düşük seviyede olması nedeniyle populasyonun, seleksiyon yoğunluğu ve elde edilen döl sayısının azlığı sonucunda meydana gelebilecek genetik varyasyonun azalmasıyla hızlı bir şekilde seleksiyon sınırına yani platoya (plateau) ulaşmış olabileceği düşünülebilir. Bu düşünce literatür bildirişleri (2; 13) ile uyum göstermemekle birlikte çalışılan populasyonun tabiatından kaynaklanabileceği gibi, doğal seleksiyon etkenlerinden genetik homeostasisin mevcut gen kompozisyonunu muhafaza etmesi yönündeki baskısından da ileri gelebilir.

Canlı ağırlık artışı ile fitness arasında negatif bir korelasyon çıkmamıştır. Yani “Orta fenotipli bireylerin fitness değerinin daha yüksek olması” şeklindeki yaygın düşünce bu araştırmada gerçekleşmemiştir. Ancak elde edilen sonucun çalışılan materyalin tabiatından da kaynaklanabileceği düşünülebilir.

Seleksiyonun daha sonraki generasyonlarında canlı ağırlığın daha yüksek bir ortalamaya eriştiği durumlarda genetik homeostasis belki de gerçekten orta fenotipli bireyler lehinde olacaktır. Ancak şu anda döl verimini azaltan bazı genlerin canlı ağırlığa göre seleksiyonla ayıklanmaları devam ettiği için, genetik homeostasis canlı ağırlık bakımından herhangi bir fenotip lehine veya aleyhine tezahür etmemiştir.

Bir istatistik analiz yöntemi olan path analizinde de her ne kadar 5. haftaya kadar YDS üzerine, unsurları olduğu varsayılan YS, DO, KR ve ÇG'nün doğrudan ve dolaylı etkilerinin istatistik olarak önemli olmadığı görülmüşse de özellikle adı geçen analizin uygulanması ve yorumlanması açısından eldeki veri ve değişkenler yararlı olmuştur.

KAYNAKLAR

- Bulmer MG**, (1980) *The Mathematical Theory of Quantitative Genetics*, Oxford.
- Collins WM, Abplanalp A, Hill WG**, (1970) *Mass selection for body weight in quail*. Poultry Sci., 49:926-933.
- Falconer DS, Mackay TFC**, (1997) *Introduction to Quantitative Genetics*. Forth Edition. Longman. Harlow Essex. UK.
- Hartl DL, Clark AG**, (1997) *Principles of Population Genetics*. Third Edition. Sinaur. Canada.
- Hedrick PW**, (2000) *Genetics of Populations*. Second Edition. Jones and Bartlett. London.
- Kavuncu O, Düzgüneş O, Kesici T**, (1986) *Correlated response of fitness to selection for 5-week body weight in japanese quails (Coturnix coturnix japonica)* I. Early Results. 3rd World Congress Onn Genetics Applied to Livestock Production. July 16-22. Lincoln, Nebraska, U.S.A. 431-436.
- Kavuncu O, Kesici T**, (1989) *Japon Bildircinlarında (Coturnix coturnix japonica) Canlı Ağırlığa Göre Seleksiyonun Döl Verimine Etkileri*. TÜBİTAK VHAG-625.
- Kavuncu O, Kesici T**, (1992) *Effect of selection for body weight on fitness in japanese quails*. Doğa-Tr.J. of Veterinary and Animal Sciences. 16:335-340.
- Kesici T**, (1971) *Farelerde Farklı İki Besleme Şartında Vücut Uzunluğuna Göre Yapılan Seleksiyonun İlk Generasyondaki Etkileri*. Doçentlik Tezi. Ankara.
- Kojima KI, Kelleher T**, (1963) *Selection studies of quantitative traits with laboratory animals. Statistical Genetics and Plant Breeding*. In National Academy of Sci. National Research Council Pub.1982:395-422.
- Lerner IM**, (1968) *Heredity, Evolution and Society*, San Fransisco: Freeman and Co.
- Marks HL, Lepore PD**, (1968) *Growth rate inheritance in japanese quail. 2. Early Responses to Selection Under Different Nutritional Environments*. Poultry Sci. 47:1540-1546.
- Marks HL**, (1991) *Divergent selection for growth in japanese quail under split and Complete Nutritional Environment. 4. Genetic and Correlated Responses From Generations 12 to 20*. Poultry Sci. 70:453-462.
- Nestor KE, Bacon WL, Lambio AL**, (1982) *Divergent selection for body weight and yolk precursor in Coturnix coturnix japonica. 1. Selection Response*. Poultry Sci. (61) 12-17.
- Pirchner F**, (1983) *Population Genetics in Animal Breeding*. Second Edition. Plenum Press, New York.
- Robertson A**, (1969) *A Mathematical Model Of The Culling Process in Dairy Cattle*, Anim.Prod., 8:95-108.
- Sokal RR, Rohlf FJ**, (1996) *Biometry*, Third Edition, W. H. Freeman and Company, New York.
- Tozluca A**, (1993) *Japon Bildircinlarında (Coturnix coturnix japonica) Farklı Besleme Şartlarında Canlı Ağırlığa Göre Yapılan Seleksiyonun Etkinliği ve Diğer Verim Özelliklerine Etkileri Üzerine Bir Araştırma*. Doktora Tezi. Selçuk Üniver-sitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Wright S**, (1921) *Correlation and Causation*, J. of Agricultural Research, 10(7): 557-585.
- Wright S**, (1934) *The Method of Path Coefficients*, Annals of Mathematical Statistics, 5: 161-215.