

Bir Nil tilapya (*Oreochromis niloticus* L., 1758) populasyonunda BLUP yöntemiyle hasat ağırlığı için damızlık değer tahmini

Breeding value estimation for harvest weight in a Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L., 1758) population using BLUP

Emel Özcan Gökçek* • Bilge Karahan • Kutsal Gamsız

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye
*Corresponding author: emel.ozcan.gokcek@ege.edu.tr

Abstract: In this study, breeding values in a Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) population for harvest weight was estimated according to weight, age and sex data using Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) method. Mean estimated breeding value (EBV) for harvest weight in this unselected tilapia population was found 0.03. Mean EBV of male fish (2.908) for harvest weight was found higher than the mean EBV of females (-2.740) and relation between sex and estimated breeding values of harvest weight was found significant according to a t test. The BLUP method which gives opportunity of the most reliable estimations for all traits of an individual in selecting broodstock was used.

Keywords: Breeding value, BLUP, Tilapia, *Oreochromis niloticus*.

Özet: Bu çalışmada, bir Nil tilapya (*Oreochromis niloticus*) populasyonunda yaş, cinsiyet ve ağırlık ölçümleri kullanılarak; hasat ağırlığı için, damızlık değerleri, En İyi Doğrusal Sapmasız Tahminleme (BLUP) yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Herhangi bir seleksiyon uygulanmamış bu tilapya populasyonunda hasat ağırlığı için tahmin edilen ortalama damızlık değer tahmini, 0,03 bulunmuştur. Erkek tilapya balıklarının hasat ağırlığı için ortalama damızlık değer tahminleri (2,908), dişilerin ortalama damızlık değer tahminlerinden (-2,740) daha yüksek bulunmuş olup, cinsiyet ile hasat ağırlığına ait damızlık değer tahminleri arasındaki ilişki önemli bulunmuştur. Damızlık seçiminde, bir bireyin tüm özellikleri için, en güvenilir tahmin imkanı veren BLUP yöntemi kullanılmıştır.

Anahtar kelimeler: Damızlık değer, BLUP, Tilapya, *Oreochromis niloticus*.

GİRİŞ

Dünya genelinde karasal hayvan yetiştiriciliğinde etkin seleksiyon çalışmaları 1930'lu yıllarda başlamış, 1940'lı yıllarda ise üretimde dikkate değer ilerlemeler elde edilmiştir (Eknath vd., 1991). Günümüzde çiftlik hayvanları, doğal populasyonlara göre çok daha yüksek verim elde edilen hatlardan oluşmaktadır. Akuakültürde ise 1970'li yıllarda başta salmon (*Salmo salar*) ve gökkuşuğu alabalığı (*Onchyrincus mykiss*) ıslahıyla başlayan çalışmalar, üretimi yapılan başlıca türlerde (Tilapya, karides, istiridyeye, kedi balığı, morina, sazan, levrek, çipura vb.) yaygınlaşmaya başlamıştır (Gjerdem ve Svealv, 2001). Seleksiyon uygulanan ıslah çalışmaları, nesiller boyunca süren ve pek çok genetik tahminleme yönteminden yararlanılarak yapılan oldukça uzun soluklu çalışmalardır. Bu çalışmalar sırasında seleksiyonun başarısı, en iyi genetiğe sahip bireylerin anaç olarak seçilmesine bağlıdır. Oldukça kalabalık balık populasyonları düşünüldüğünde; damızlık değer tahminleriyle seçilecek bireylerin belirlenmesi, çok iyi bir yöntem ve organizasyon gerektirmektedir.

Nil tilapya (*Oreochromis niloticus*) üretimi, dünyada gittikçe yaygınlaşan ve yüksek üretim potansiyeline sahip olması nedeniyle de "akuatik tavuk" (Maclean, 1984) olarak tanımlanan bir türdür. Nil tilapya üretiminde pek çok genetik

iyileştirme çalışması yapılmaktadır. Nil tilapya, akuakültür alanında dünya genelinde 27 adet projeye en çok ıslah çalışması yürütülen türdür (Vandeputte, 2011). Bu çalışmalardan en önemlisi Filipinler'de yürütülen ve uluslararası bir proje olan GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia) projesidir. GIFT projesinde, kombine (aile ve aile içi) seleksiyon yardımıyla genetik olarak iyileştirilmiş hatlar elde edilmiştir (Eknath vd., 1993). Yirmiden fazla katılımcı ve enstitünün yürütmüş olduğu bu projede 5 nesil boyunca yürütülen seleksiyon çalışması sonucunda büyüme için %65,8'lik bir ilerleme elde edilmiştir (Eknath ve Belen, 1998). GIFT projesi sonucu elde edilen hatlardan; GIFT- Genomar Supreme Tilapya (Gjoen, 2001), aile içi seleksiyon yöntemiyle iyileştirilen FaST hattı (Bolivar ve Newkirk, 2002) ve çoklu özellik (multi trait) seleksiyonuyla ilerleme elde edilen Progift hattı (Thodosen vd., 2011) gibi pek çok hat oluşturulmaya devam edilmektedir.

Üretime elverişli balık türlerinde, fenotipik gözlemler yardımıyla yapılan seleksiyon uygulamaları sonucunda, istenen özellikler açısından verim artırılarak ticari açıdan fayda sağlanmaktadır. Akuakültür alanında yapılan seleksiyon çalışmalarında ilk aşamada ele alınan özellik çoğunlukla

büyüme oranının iyileştirilmesidir. Bu bağlamda; Yem Değerlendirme Katsayısı (Food Conversion Rate), Günlük Büyüme Katsayısı (Daily Growth Coefficient) ve Hasat Ağırlığı gibi özelliklere ait verim değerlerinin artırılması amaçlanmaktadır (Gjerde, 2005). Akuakültürde popülasyonların büyük olması; seleksiyon ve üretim açısından avantaj ve dezavantajları beraberinde getirmektedir. Akuakültürde çok kalabalık popülasyonlar seleksiyon yoğunluğunu pozitif yönde etkilerken, akrabalık ilişkilerinin dikkate alınmadığı bilinçsiz çiftleşme programlarının uygulandığı seleksiyon çalışmalarıyla akrabalı yetiştirme riskinin artması kolaylaşmaktadır. Bu bağlamda, anaç bireylerin akrabalık ilişkileri dikkate alınarak genetik değerlendirmelerin yapılması, ıslah çalışmalarının etkinliğini arttırmaktadır.

Akuakültürde üretim, çok kalabalık anaç ve üretim popülasyonlarına dayalı yapıldığından, ıslah çalışmalarında bireysel seleksiyon yöntemi ilk etapta ele alınmaktadır. Hangi seleksiyon yöntemi kullanılırsa kullanılsın genetik açıdan iyileştirilen hatlar oluşturabilmek için en iyi genotipe sahip damızlıkların tespit edilmesi gerekmektedir. Karabulut ve Tekin (2009) damızlık seçiminde, pedigrili yetiştiricilik yapılan işletmelerde fenotipik ölçümler ve akrabalık kayıtları sayesinde genetik açıdan değerlendirmeye olanak veren BLUP (En İyi Doğrusal Sapmasız Tahminleme) metodunun (Henderson, 1988), en güvenilir damızlık değer tahmin metodu olduğunu bildirmişlerdir. En iyi terimi tahmin edilen sonuç ile gerçek damızlık değer arasındaki farkın minimum bir varyasyona sahip olduğunu açıklarken; diğer tanımlamalarda tahminleyicinin gözlemlerin doğrusal bir fonksiyonu olduğunu, tahminlenmek istenen değer sapmasız tahminlendiği ve yapılan işlemin gerçek damızlık değerini tahminleme olduğunu açıklamaktadır (Akbaş, 1994). En küçük kareler esasına dayalı Karışık Model Eşitlikleri (MME) yöntemiyle, BLUP hesaplamaları yapılarak, damızlık değerler tahminlenmektedir (Estimated Breeding Value). BLUP yöntemi, popülasyondaki genetik eğilimi ve sabit etkileri de içine aldığından; fenotipik seleksiyona göre daha etkilidir (Kennedy, 1990, Gall ve Bakar, 2002) ve seleksiyonun isabet derecesini artırır (Nguyen ve Ponzoni, 2006). Tilapya popülasyonlarında 98. gündeki vücut ağırlığı için BLUP'la yapılan seleksiyonla elde edilen ilerlemenin, kitle seleksiyonuyla elde edilen ilerlemeden %20 ile %30 fazla olduğu tespit edilmiştir (Gall ve Bakar, 2002). BLUP metodu dünyada çapında damızlık değer tahminlerinde en iyi yöntem olarak kabul edilmektedir (Lynch ve Walsh, 1998).

Bu çalışmada Karışık Model Eşitliği yardımıyla; toplam 469 adet Nil tilapyası (*Oreochromis niloticus*) bireyinin, pazar boyunda yapılması planlanan seleksiyon çalışmalarında kullanılmak üzere, 222. gündeki vücut ağırlığı için BLUP hesaplamaları yapılarak Damızlık Değerler tahminlenmiştir. Ayrıca dişi ve erkek bireyler ayrı ele alınarak cinsiyet ve ağırlık arasındaki ilişki incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Vietnam Akuakültür Araştırma Enstitüsü Genetik ve Seleksiyon Bölümü bünyesinde yürütülen; "Bir Nil tilapyası (*Oreochromis niloticus*) popülasyonu için üretim verimliliğinin artırılmasına yönelik bir projenin (NORAD) verilerinden yararlanılmıştır. Başlangıç popülasyonu genetik açıdan ilişkili olmadığı varsayılan ve rastgele seçilen damızlıklardan oluşturulmuştur. Bu çalışmada başlangıç için 22 anaçtan, 1. nesilde 64 anaçtan, 2. nesilde 70 anaçtan, 3. nesilde 86 anaçtan elde edilen yavru (4. nesil) ait ölçümlerden yararlanılmıştır (Tablo 1). Öz kardeş ailelerini oluşturan yavru markalama boyuna gelene kadar ayrı tanklarda tutulmuştur. Pit markalama yöntemi ile markalanan balık bireyleri daha sonra hasat ağırlığına kadar birlikte stoklanmışlardır. Başlangıç popülasyonu ile beraber, ilk 3 nesil için sadece cinsiyet ve akrabalık ilişkileri son nesle ait pedigri kayıtları, hasat ağırlığı, uzunluk, cinsiyet bilgileri ile yaş (gün) bilgileri mevcuttur (Tablo 1). Bu çalışmada damızlık değer tahminlemesi için kullanılan fenotipik ölçümler 4. nesildeki 52 adet aileye ait toplam 469 bireyin ölçümleri ve akrabalık ilişkileri yardımıyla hesaplanmıştır.

Tablo 1. Veri seti

Nesil	Birey Sayısı	Σ	Gözlem
0	11 ♀: 11 ♂	22	Cinsiyet
1	32 ♀: 32 ♂	64	Cinsiyet
2	35 ♀: 35 ♂	70	Cinsiyet
3	43 ♀: 43 ♂	86	Cinsiyet
4	229 ♀: 240 ♂	469	Hasat Ağırlığı, Uzunluk, Yaş
Σ	350 ♀: 361 ♂	711	

Bu çalışmada: Eklemeli genetik varyans ($\sigma_e^2=2247,4$) ve çevre varyans ($\sigma_e^2=2907,7$) komponentlerine ait tahminler aynı popülasyonda NORAD projesiyle gerçekleştirilen çalışmalardan alınmış ve damızlık değer tahminlenmesinde kullanılmıştır.

Damızlık değerler hesaplanırken öncelikle, tüm bireylerin akrabalık ilişkilerini içeren bir pedigri dosyası EXCEL programında hazırlanmıştır. Buna göre ilk sütunda bireye ait dijital numara, ikinci ve üçüncü sütunlarda baba ve anneye ait numaralar olacak şekilde bir veri dosyası oluşturulmuştur. Nil tilapyasında pazar boyu ağırlığı için damızlık değer tahminleri Matlab programında yapılmıştır.

Çalışmada Damızlık Değer Tahminleri (DD), Karışık Model Eşitliğine göre Lynch ve Walsh (1998)'tan yararlanılarak "Birey Modeli" kullanılarak BLUP hesaplamaları yapılmıştır. Birey modelinde; bireyin gözlem değeri anne ve baba etkisi yerine kendi genetik değeri üzerinden açıklanmaktadır (Akbaş, 1995).

$$y = X\beta + Zu + e \quad (1)$$

Eşitlikte;

y= 469 adet bireyde ölçülen pazar boyu ağırlığına ait gözlemler vektörü,

X= sabit etkilere ait desen matrisi,

β = sabit etkiler vektörü,
 Z = şansa bağlı etkilere ait desen matrisi,
 u = şansa bağlı eklemeli genetik etkiler vektörü,
 e = rastgele çevresel etkilere ait hata vektörünü ifade etmektedir.

Karışık Model Eşitliğine ait matris:

$$\begin{bmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z \\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}Z+G^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta \\ u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'R^{-1}y \\ Z'R^{-1}y \end{bmatrix} \quad (II)$$

R = hata varyansı

$G= A * \sigma_a^2 =$ rastgele genetik etkiler varyansı (A : Eklemeli genetik ilişki matrisi).

Sabit ve rastgele etkilere ait standart hataların tahmin hesaplamaları yine Karışık Model Eşitliklerinden yararlanılarak bulunmuştur;

$$\begin{bmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z \\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}Z+G^{-1} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{bmatrix}^{-1} \quad (III)$$

C_{11} = β 'nin örnekleme kovaryans matrisi,

C_{22} = Hatalara ait tahminlerin örnekleme kovaryans matrisi

C_{12} ve C_{21} = Tahmin edilen etkiler ve tahmin hatasına ait örnekleme kovaryansdır.

Sabit etkilerle (cinsiyet ve yaş), Damızlık Değer tahminlerinin varyansı;

$$C = \text{inv}([X^*R_i^*X \quad X^*R_i^*Z; \quad Z^*R_i^*X \quad (Z^*R_i^*Z+G_i)]) * [X^*R_i^*y; \quad Z^*X^*R_i^*y] \quad (IV)$$

fonksiyonuyla hesaplanmıştır. Bütün matris ve hesaplamalar Matlab programında yapılmıştır.

BULGULAR

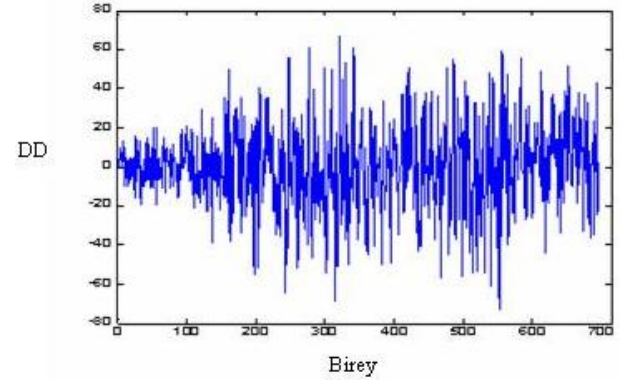
Populasyonda ölçülen hasat ağırlığı değerleri için Karışık Model Eşitliklerinden elde edilen sonuçlar Tablo 2'de sunulmuştur. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre erkeklerin vücut ağırlığı (g) ortalaması ($228,009 \pm 11,301$), dişilerin vücut ağırlığı ortalamasından ($192,531 \pm 11,545$) yüksek bulunmuştur. Buna göre erkeklerin hasat ağırlığı dişilerden yaklaşık olarak %9 daha yüksektir. 222. gündeki ortalama günlük vücut ağırlık artışı 1,288 g olarak tahmin edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Sabit etkilere ait tahmin edilen değerler

Sabit Etki	Ortalama(g) \pm Standart Hata
Erkek	228,009 \pm 11,301
Dişi	192,531 \pm 11,545
Yaş (gün)	1,288 \pm 0,030

Bu populasyona ait damızlık değer tahminleri populasyon ortalamasına göre, -73,150 ile 66,588 arasında dağılım

göstermiştir (Şekil 1). Erkeklerin damızlık değer tahmin ortalaması dişilerinkinden daha yüksek bulunmuştur (Tablo 3). Hasat ağırlığı için yapılan damızlık değer tahminleriyle, erkekler ve dişilerin karşılaştırılması t testi ile analiz edilmiş ve aradaki ilişki önemli bulunmuştur ($t=0,0125$, $p<0,05$).



Şekil 1. Nil tilapyasına ait hasat ağırlığı için tahmin edilen damızlık değerler

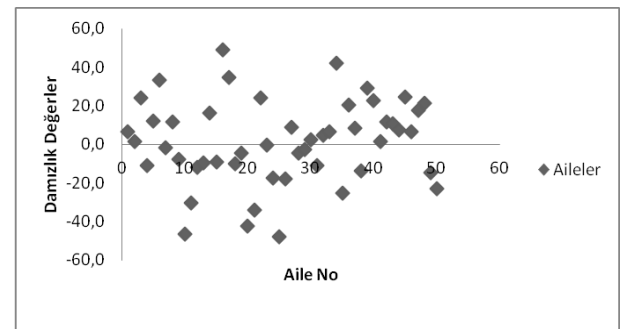
Tablo 3. Hasat ağırlığı (222. Gün) için tahmin edilen damızlık değerler

Değişken	N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
Erkek	239	2,908	25,613	-69,008	66,588
Dişi	229	-2,740	25,188	-73,150	58,997
Σ	469	0,031	25,549	-73,150	66,588

Her generasyonun ortalama damızlık değer tahminleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Nesillerin damızlık değer tahminlerine ait değerler

Nesil	N	Ort. DD	St. Sp.	Varyans	Minimum	Maksimum
0	22	1,230	6,600	43,580	-10,030	13,560
1	64	0,450	9,360	87,530	-19,480	20,290
2	70	0,370	13,510	182,440	-38,950	35,510
3	86	1,500	21,700	470,990	-54,750	49,870
4	469	0,031	25,549	652,770	-73,150	66,588



Şekil 2. Ailelerin hasat ağırlığı için tahmin edilen damızlık değer dağılımları

Ailelerin Damızlık Değer tahminleri -46,7 ile 49,2 dağılım göstermiştir. En yüksek damızlık değer ortalamasına sahip aileler, bireylerin damızlık değer ortalamalarına ve aile içindeki cinsiyet oranına (dişi, erkek) göre belirlenmiştir. Ailelerin hasat ağırlığı için damızlık değer tahminlerine bakıldığında 52 aileden 29 ailenin ortalama ve üzerinde bulunduğu gözlemlenmiştir (Şekil 2).

Tablo 5'te cinsiyete göre, en yüksek Damızlık Değer'den en düşüğe doğru sıralama yapılmıştır.

Tablo 5. Damızlık değer (DD) tahminleri en yüksekten en düşüğe doğru sıralanmıştır

Erkek Birey No	Aile No	Damızlık Değer	Dişi Birey No	Aile No	Damızlık Değer
1	41	66,588	1	41	58,997
2	41	61,571	2	41	57,882
3	47	60,753	3	57	55,541
4	41	56,553	4	61	54,768
5	42	55,071	5	57	51,638
6	42	53,399	6	47	50,572
7	36	52,572	7	42	50,267
8	36	52,028	8	42	49,710
9	7	50,917	9	57	49,049
10	37	48,112	10	42	47,281
11	41	45,403	11	41	41,157
12	8	44,514	12	42	40,232
...
60	63	18,301	60	6	15,401
61	3	17,797	61	6	14,844
...
101	8	4,523	100	3	3,919
102	51	3,822	101	36	3,739
...
149	39	-8,531	149	5	-7,897
150	34	-9,567	150	56	-8,081
...
200	51	-24,969	200	4	-25,978
201	58	-25,330	201	5	-26,654
202	44	-26,221	202	45	-26,983
...
239	4	-64,245	228	38	-56,113
240	45	-66,588	229	4	-73,150

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada edilen sonuçlara, Nil tilapyasında cinsiyet ve hasat ağırlığı arasında ilişki olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde Gall ve Bakar (2002) tilapyada yaptıkları çalışmada nesil ile hat, cinsiyet ve tank arasındaki ilişkileri (sabit) önemli bulmuşlardır. Erkeklerin 222. gündeki ortalama ağırlığı dişilerden yaklaşık %9 fazla bulunmuştur. Elde edilen bu sonucun Gall ve Bakar (2002)'in aynı tür üzerine yaptıkları çalışmanın sonuçlarıyla paralel olduğu görülmektedir ki, söz konusu çalışmada 98. gündeki erkek birey ağırlığının da dişilerin 1,6 katı kadar olduğu hesaplanmıştır. Ancak aynı çalışmada, seleksiyon için kontrol grubuna ait ortalama damızlık değerini $0,27 \pm 0,01$ g olarak bulmuşlardır. Rezk vd. (2009) aynı şekilde tilapyalarda (*Oreochromis niloticus*) hasat ağırlığı üzerine yaptıkları çalışmada, erkeklerin dişilerden %52 oranında daha ağır olduğunu tespit etmişler ve ağırlık üzerinde cinsiyetin etkisini önemli bulmuşlardır. Charo-Karisa vd. (2006) ise tilapyalarda cinsiyet farklılaşmasının çok erken dönemde başlayarak ağırlığı etkilediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada cinsiyet ile damızlık değerler arasındaki ilişki, t testi ile ($p < 0,05$) istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Nguyen vd. (2007) Nil tilapyasında, cinsiyet ile vücut özellikleri arasında yüksek genetik korelasyon olduğunu bildirmişlerdir (0,91-0,96). Pek çok araştırmacı tilapyada erkeklerinde dişilerden daha fazla büyüme tespit etmiştir (Baras ve Melard, 1997; Rezk vd., 2002, Ponzoni vd., 2005).

Çalışmanın konusu olan bir Tilapyaya popülasyonunun BLUP yöntemiyle elde edilen pazar boyuna ait damızlık değer tahminleri sonucunda varyans değerlerinin önemli ölçüde yüksek bulunmasına karşın, pek çok bireyin ortalamaya yakın değer göstermiş olması, besleme ve diğer ortam koşullarının tüm bireyler üzerinde yaklaşık etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Aynı tür üzerine yapılmış olan diğer bir çalışmada yine büyüme üzerine hesaplanan sonuçlarda balıkların yetiştirilmesi sırasındaki yer ve yem mücadeleleri sonucunda varyasyon katsayılarının farklılaştığı görülmüştür (Charo-Karisa vd., 2006). Bu iki farklı sonuç, seleksiyon programlarının oluşturulması sırasında, öncelikle ele alınan türün farklı ortamlarda söz konusu özelliğe ait gösterdiği tepkilerin araştırılmasıyla, genetik ve çevre etkileşimlerinin iyi incelenmesi ve çevre etkisinin mutlaka göz önünde bulundurulması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu şekilde seleksiyona verilecek olan tepki önceden tahmin edilerek, uygun simülasyon programı oluşturulabilir.

Damızlık değer tahminleri ortalama değer etrafında dağılım göstermişlerdir. Damızlık değer tahminlerine ait standart hatanın düşük çıkması ele alınan bireylerin tüm popülasyonu temsil etme derecesinin yüksek olduğunu anlamına gelmektedir.

Çalışmada nesiller arasındaki damızlık değer tahmin ortalamlarına bakıldığında, nesiller arasında önemli farklılıklar görülmemiştir. Bu da beklenen bir durumdur. Çünkü çalışma boyunca herhangi bir seleksiyon uygulaması yapılmamıştır.

Akuakültür alanındaki ıslah çalışmalarında, suni dölleme ve sperm dondurma yöntemlerinin yaygınlaşmasıyla, esnek çiftleştirme programları oluşturulabilmekte (Harvey ve Kelly, 1984) ve bunun sonucu olarak pek çok aileyle çalışılmaktadır. Çok sayıda bireyle üretim yapılması, bireylere ait verilerin toplanmasında zorluk yaratmasına karşın, çok sayıda kayıt sayesinde damızlık değer hesaplamaları çok etkin bir biçimde yapılabilmektedir. Bu çalışmayla elde edilen Damızlık Değer tahminleriyle, bu Nil tilapyası popülasyonunda bireysel veya aile seleksiyonu kullanılarak gelecek nesilde hasat ağırlığı artırılabilir. Bireysel seleksiyon uygulamadaki kolaylığından dolayı tercih edilmektedir. Ailelerin fenotipik ortalaması, genotipik ortalamaya daha yakın olması nedeniyle seleksiyonun başarısını arttırmakta olan diğer bir ıslah yöntemidir (Gjerde, 2005). Damızlık değer tahminleri; aile seleksiyonunda kullanılırken, özkardeş ailelerinin rastgele etkisi de hesaplamalara katılmalıdır. Balık ve kabuklu popülasyonlarında seleksiyona verilen yanıt (R) genellikle çiftlik hayvanlarından daha yüksektir (Olesen vd., 2003). Hastalıklara dayanıklılık ya da cinsiyete bağlı gözlenen özellikler için damızlık değerler yardımıyla yapılan seleksiyon işleminin isabet derecesi oldukça yüksektir. Bir nesilde pek çok birey kaydının tutulabilmesi, seleksiyon yoğunluğunu olumlu yönde etkileyerek seleksiyon çalışmalarının başarısını arttırmaktadır. Suni dölleme ve sperm dondurma çalışmaları da çiftleştirme programlarına pek çok esneklik kazandırmıştır.

İslah çalışmalarında başarı, bireylerin ve populasyonların genetik yapılarının en doğru şekilde tahminlenmesine dayanır. BLUP tekniğiyle, farklı yoğunlukta seleksiyon uygulanan, çağdaş olmayan bireylerin eş zamanlı karşılaştırılmasını sağlanırken, çevre etmenlerine göre verimleri düzeltme ve damızlık değer tahminleme işlemlerini tek aşamada gerçekleştirilebilmektedir (Akbaş, 1994). Saha ve simülasyon çalışmalarına göre, düşük kalıtım dereceli özellikler dahil; Karışık Model Eşitliklerinden yararlanılarak yapılan seleksiyon çalışmaları, fenotipik seleksiyon çalışmalarının tümüne üstünlük göstermektedir (Marby ve See, 1990; Keele vd., 1988).

KAYNAKLAR

- Akbaş, Y., 1994. Damızlık değerini "En iyi sapsız tahminleyicisi" BLUP yöntemi. *Hayvansal Üretim*, 35:13-22.
- Akbaş, Y., 1995. Seleksiyon indeksi ve farklı BLUP uygulamalarının karşılaştırılması. II. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, 1-2 Haziran, Atatürk Kültür Merkezi, İzmir, pp. 393-406.
- Baras, E., Mèlard, C., 1997. Individual growth patterns of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L.: emergence and dynamics of sexual growth dimorphism. In: Fitzsimmons, K. (Ed.), *Tilapia Aquaculture, Proceedings from the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture* 9-12 May 1997, Orlando, Florida, USA. NRAES, vol. 106, pp. 169-177
- Bolivar, R.B., Newkirk, G.E., 2002. Response to within family selection for body weight in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) using a single-trait animal model. *Aquaculture*, 204:371-381. doi:10.1016/S0044-8486(01)00824-9
- Charo-Karisa, H., Komen, H., Rezk, M.A., Ponzoni, R.W., van Arendonk, J.A.M., Bovenhuis, H., 2006. Heritability estimates and response to selection for growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in low-input earthen ponds. *Aquaculture*, 261:479-486. doi:10.1016/j.aquaculture.2006.07.007
- Eknath, A., Belen, O.A., 1998. Genetic Improvement of Farmed Tilapia Project Final Report (1988-1997) ICLARM. Manila. Eknath, A.E., Bentsen, H.B., Gjerde, B., Tayamen, M.M., Abella, T.A., Gjerdem, T., Pullin, R.S.V. 1991. Approaches to national fish breeding programs. Pointers from tilapia pilot study. *NAGA: The ICLARM Quarterly* No. 723:10-12.
- Eknath, A.E., Tayamen, M.M., Palada-Vera, M.S., Danting, J.C., Reyes, R.A., Dionisio, E.E., Capili, J.B., Bolivar, H.I., Abella, T.A., Circa, A.V., Bentsen, H.B., Gjerde, B., Gjerdem, T., Pullin, R.W., 1993. Genetic improvement of farmed tilapias: the growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in different farm environments. *Aquaculture*, 111:171-188. doi:10.1016/0044-8486(93)90035-W
- Gall, G.A.E., Bakar, Y., 2002. Application of mixed-model techniques to fish breed improvement: analysis of breeding-value selection to increase 98-day body weight in tilapia. *Aquaculture*, 212:93-113. doi:10.1016/S0044-8486(02)00024-8
- Gjerde, B., 2005. Prediction of Breeding Values. In: *Selection and Breeding Programs in Aquaculture*, T. Gjedrem (Ed). Springer, pp. 197-231.
- Gjerdem, T., Svealv, T., 2001. Fish genetics research in member countries and institutions of the International Network on Genetics in Aquaculture. *ICLARM Conf. Proc.* 64, 179 p.
- Gjoen, H.M., 2001. GIFT program continues. Distribution of fast-growing tilapia to expand. In: Global Aquaculture Alliance, St Lois, MO, USA. *The Global Aquaculture Advocate*, p. 44.
- Harvey, B., Kelly, R.N., 1984. Chilled storage of *S. Mossambicus* milt. *Aquaculture*, 36:85-95. doi:10.1016/0044-8486(84)90056-5
- Henderson, C.R., 1988. Theoretical basis and computational methods for a number of different animal models. Animal Model Workshop. *Journal of Dairy Science*, Supplement 2, 71:1-16

Akuakültür alanında seleksiyona verilen yanıt çok yüksek olduğundan bu tip çalışmaların yaygınlaşması gerekmektedir. Bu bağlamda, BLUP yardımıyla damızlıkların belirlenmesi ise seleksiyonun başarısını doğrudan artırır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmadaki veri setinin sağlanması ve varyans unsurlarının belirlenmesindeki katkısından dolayı Vietnam Akuakültür Araştırma Enstitüsü, Genetik ve Seleksiyon Bölümünden Dr. Tran Dinh Luan'a teşekkür ederiz.

- Karabulut, O., Tekin, M.E., 2009. Damızlık Koç Seçiminde BLUP Metodunun Kullanılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15(6):891-896.
- Keele, J.W., Johnson, R.K., Young, L.D., Socha, T.E., 1988. Comparison of methods of predicting breeding values of swine. *Journal of Animal Science*, 66:3040-3048.
- Kennedy, B.W., 1990. Use of mixed model methodology in analysis of designed experiments. In: Gianola, D., Hammond, K. (Eds.), *Advances in Statistical Methods for Genetic Improvement of Livestock*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 77 - 97
- Lynch, M., Walsh, B., 1998. Genetics and Analysis of Quantitative traits; chapter 26 - Estimation of breeding values. *Sinauer Associates, Inc*, 745-778.
- Macleay, J., 1984. Tilapia the aquatic chicken. *ICLARM, Makati*, Manila 1(7).
- Marby, J.W., See, M.T., 1990. Selection with animal model versus selection within contemporary groups for swine. *Journal of Dairy Science*, 73:2657-2665. doi:10.3168/jds.S0022-0302(90)78951-5
- Nguyen, N.H. and Ponzoni R.W., 2006. Perspectives from Agriculture: Advances in Livestock Breeding - Implications for Aquaculture Genetics. *NAGA, WorldFish Center Quarterly* Vol. 29 No. 3 & 4.
- Nguyen, H.N., Khaw, H.L., Ponzoni, R.W., Hamzah, A., Kamaruzzaman, A., 2007. Can sexual dimorphism and body shape be altered in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) by genetic means? *Aquaculture*, 272(1):38-46. doi:10.1016/j.aquaculture.2007.08.013
- Olesen, I., Gjerdem, T., Bentsen, H.B., Gjerde, B., Rye, M., 2003. Breeding programs for sustainable aquaculture. *Journal of Applied Aquaculture*, 13:179-204. doi:10.1300/J028v13n03_01
- Ponzoni, R.W., Hamzah, A., Tan, S., Kamaruzzaman, N., 2005. Genetic parameters and response to selection for live weight in the gift strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 247:203-210. doi:10.1016/j.aquaculture.2005.02.020
- Rezk, M.A., Kamel, E.A., Ramadan, A.A., Dunham, R.A., 2002. Comparative growth of Egyptian tilapias in response to declining water temperature. *Aquaculture* 207, 239-247. doi:10.1016/S0044-8486(01)00748-7
- Rezk, A.M., Ponzoni, W.R., Khaw, L.H., Kamel, E., Dawood, T., John, G., 2009. Selective breeding for increased body weight in a synthetic breed of Egyptian Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: Response to selection and genetic parameters. *Aquaculture*, 293:187-194. doi:10.1016/j.aquaculture.2009.03.019
- Thodosen, J., Rye, M., Wang, Y.X., Yang, K.S., Bentsen, H.B., Gjerdem, T., 2011. Genetic improvement of tilapias in China. Genetic parameters and selection responses in growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) after six generations of multi-trait selection for growth and file yield. *Aquaculture*, 322-323, 51-64. doi:10.1016/j.aquaculture.2011.10.010
- Vandeputte, M., 2011. Lessons learned from terrestrial animals and status of aquaculture implementation. In: *Aquaculture Europe (EAS) 2011*, Rhodes, Greece, October 18-21. (unpublished data)