

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Türk Arap Atında Bazı Beden Ölçüleri İçin Varyans Unsurları ve Genetik Parametre Tahminleri

Serdar DURU*, Süleyman Can BAYCAN, Nazlı ÖZHELVACI, Burak GÜNDOĞAN, Hilal AKGÜN

¹Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Bursa, Türkiye
*e-posta: sduru@uludag.edu.tr

Özet: Bu araştırmanın amacı Türk Arap atında bazı vücut ölçüleri için varyans unsurları ve genetik parametreleri tahmin etmektir. Bunun için Türkiye’de 2008-2014 arasında doğmuş 912 Arap atının beden ölçüleri değerlendirilmiştir. Veri sabit etkili faktörlerin etkilerini belirlemek için varyans analizi ile GLM prosedüründe SPSS’te analiz edilmiştir. Varyans unsurları ve genetik parametreler REML, damızlık değerler BLUP animal modelde MTDFREML programı kullanılarak tahmin edilmiştir. İşletme, doğum yılı, cinsiyet ve yaşın tüm beden ölçüleri üzerine etkileri önemlidir ($P<0.01$). Cidago yüksekliği, göğüs çevresi ve incik çevresi için en küçük kareler ortalamaları sırasıyla; 150.64 cm, 172.32 cm ve 19.01 cm bulunmuştur. Aynı özellikler için maternal etkilerin dâhil edildiği model 2’de tek özellikli analizde kalıtım dereceleri 0.30, 0.47, 0.27; iki özellikli analizde 0.52, 0.47, 0.36 olarak tahmin edilmiştir. Maternal kalıtım derecesi cidago yüksekliği, incik çevresi, göğüs çevresi için 0.14, 0.12, 0.0 bulunmuştur. Cidago yüksekliği, göğüs çevresi ve incik çevresi için direkt maternal genetik korelasyonlar -0.15, -0.99 ve -0.42 hesaplanmıştır. Özellikler arası genetik korelasyonlar 0.68 ve 0.71 arasında değişmektedir. Araştırma sonuçlarına göre; bu özellikler için genetik yönelim stabil bulunmasına rağmen, saptanan orta-yüksek düzeyde kalıtım derecesi ve özellikler arası yüksek genetik korelasyon dikkate alındığında, seleksiyonla sürüde tatmin edici bir genetik ilerlemenin sağlanabileceği söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Beden ölçüleri, Genetik parametre, Genetik yönelim, MTDFREML, Türk Arap atı

Estimation of Variance Components and Genetic Parameters for The Various Body Measurements in Turkish Arabian Horse

Abstract: The aim of the study, is to estimate the variance components and the genetic parameters for various body measurements in Turkish Arab horse. For this purpose, body measurements of 912 Arab horses born in Turkey between 2008-2014 were evaluated. Data were analyzed with variance analysis in SPSS in the GLM procedure to determine the effects of fixed factors. Variance components and genetic parameters were estimated with REML, whereas breeding values with BLUP animal model using MTDFREML software. The effects of herd, birth year, sex and age on all body measurements were found significant ($P < 0.01$). Least squares means for withers height, heart girth circumference, and cannon bone circumference were found 150.64 cm, 172.32 cm and 19.01 cm, respectively. Maternal effects were included for the same traits in model 2 and the heritabilities were found 0.30, 0.47, 0.27 in univariate analysis; and 0.52, 0.47, 0.36 in the bivariate analysis. Maternal heritabilities were found as 0.14, 0.12, 0.0 for withers height, cannon bone circumference, heart girth circumference. Direct maternal genetic correlations for withers height, heart girth circumference, cannon bone circumference were calculated as -0.15, -0.99 and -0.47, respectively. The genetic correlations between the traits ranged from 0.68 to 0.71. According to the results of the present study; It can be said that a satisfactory genetic progression can be achieved with selection when considering the expected moderate to high level of heritability and high genetic correlation between traits, even though the genetic trend is stable for these traits.

Keywords: Body measurements, Genetic parameter, Genetic trend, MTDFREML, Turkish Arabian horse

Giriş

Atların vücut yapısı ve atların askeri kullanımı ile ilgili ilk bilimsel yazı olan “Hippike” Xenophon (M.Ö. 445-354) tarafından yazılmıştır. Bu konuda ilk niceliksel yaklaşım ise atların vücut ölçüleri üzerinde çalışan

Bourgelat tarafından 18. yüzyılda gerçekleştirilmiştir. 19. ve 20. yüzyıl başlarında yapılan diğer bilimsel çalışmalarda bacaklardaki eklem açıları göz önüne alınmıştır (Bokor 2011).

Modern atın dış görünüşü hem doğal hem de çeşitli amaçlar için uygulanan yapay seleksiyonun sonucu olarak gelişmiştir (Bowling ve Ruvinsky 2000). At ıslahında dış görünüş bir atın koşu şekli, hareketi, yürüyüşü ve dayanıklılığı ve onun sportif performansını belirlediği için önemli bir faktördür (Gharahveysi 2008; Sole ve ark. 2013; Sole ve ark. 2014). Bir atın performansı kalıtsal olabilen dış görünüş, fizyolojik ve davranış özelliklerinin karmaşık bir sonucudur (Bowling ve Ruvinsky 2000). Düzgün vücut yapısına sahip bir at daha hızlı koşabilir, daha fazla yol gidebilir, daha dengeli ve çeviktir. İdeal vücut yapısına sahip bir ata binmek, onu kontrol etmek ve yönlendirmek daha kolaydır (Yıldırım 2014).

Atlarda dış görünüş özellikleri ile performans arasındaki genetik korelasyonların genellikle düşük olmasına rağmen cidago yüksekliğinin performans üzerine pozitif etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Bokor 2011). Buna karşın bazı araştırmalarda dış görünüş ile performans, sağlık ve yarış hayatı süresi arasında önemli korelasyonların olduğu rapor edilmiştir (Smith ve ark. 2006; Jönsson ve ark. 2014; Wejer ve Lewczuk 2016, Sanchez ve ark. 2013; Kristjansson ve ark. 2016). Atlarda beden gelişimini yansıtan beden ölçüleri arasında cidago yüksekliği, göğüs çevresi ve incik çevresi ilk sıralarda sayılabilir. İyi gelişmemiş bir cidago yapısı boyun, ön bacak ve solunum fonksiyonları üzerine olumsuz etki eder ve performansı düşürür (Yıldırım 2014). Göğüs çevresi alt solunum sisteminin gelişimini yansıtan iyi bir kriterdir (Doğan ve ark. 2002, Gharahveysi 2008; Yıldırım 2014).

Arap atı morfolojik olarak beden yapısındaki harmoni ile dikkat çeken küçük başlı, iri gözlü, sağlam bir beden yapısına sahip bir ırk olup, Türkiye’de genellikle yarış için yetiştirilmektedir. Cidago yüksekliği ortalama 145-160 cm’dir. En çok al, kır ve doru donlara rastlanırken yağız don az görülür (Doğan ve ark. 2002; WAHO 2017).

Hayvan ıslahında ve dolayısıyla at ıslahında ekonomik önemli özellikler için en uygun genetik değerlendirme ve ıslah programlarının geliştirilmesi genetik parametrelerin bilinmesine ihtiyaç duyar. Büyüme özellikleri direkt eklemeli genetik etkiler (direct additive genetic effects) ve anaya bağlı etkiler (maternal effects) tarafından etkilenirler (Albuquerque ve Meyer 2001). Maternal etkiler; ağırlıklı olarak uterus içi koşullarda olmak üzere ananın süt üretimini ve analık yeteneğini yansıtır. Maternal etkilerin üç nedeni vardır; 1) Süt üretme ve analık yeteneği için ananın kendi genotipi (maternal additive genetic effects) nedeniyle olanlar, 2) Bir ananın tüm dölleri arasında kalıcı olan ama additive genetik kökenli olmayanlar (maternal permanent environmental effects), 3) Bireysel olarak döllere ait olanlar (temporary environmental effects) (Falconer ve Mckay 1996).

Özellikle büyüme özelliklerinde optimum genetik ilerlemeyi başarmak için, hem direkt hem de maternal unsur dikkate alınmalıdır. Bu etkiler önemli olduğunda ve dikkate alınmadığında genetik parametreler yanlış olarak fazla tahmin edilirler ki bu da seleksiyon etkinliğini azaltır (Dodenhoff ve ark. 1999). Bu noktada direkt ve maternal etkiler arasındaki negatif korelasyon (antagonism) olasılığı bu durumu daha da önemli kılmaktadır (Meyer 1992). Maternal etkiler nedeniyle oluşan (co)varyans unsurlarının tahmini uygun animal modelleri için kullanılabilen REML algoritmaları ile basitleştirilmiştir (Meyer 1997). Varyans unsurlarının tahmini için kullanılan modern istatistik yöntemler genetik varyansın direkt ve maternal varyans olarak parçalanmasına izin vermektedir. Dahası direkt ve maternal etkiler linear animal modeller sayesinde genetik değerlendirmeler için kullanılan modellerde yer alabilmektedir (Mrode 2014). Ancak direkt ve maternal etkilerin anlamlı bir şekilde ayrılması yeterli bir veri yapısını gerektirir.

Bu çalışmanın amacı ilk olarak, Karacabey, Anadolu ve Sultansuyu Tarım İşletmelerinde yetiştirilen Türk Arap atlarının cidago yüksekliği, göğüs çevresi ve incik çevresini etkileyen çevre faktörlerini belirlemektir. Daha sonra bu özellikler için iki farklı modelde varyans unsurları ve genetik parametreleri tahmin etmektir. Son olarak en uygun modeli kullanarak damızlık değerleri ve genetik yönelimi belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Veri

Araştırmanın materyalini Karacabey, Anadolu ve Sultansuyu tarım işletmelerinde yetiştirilen, 2008-2014 yıllarında doğan 47 aygır ve 398 kısraktan doğan 912’i dişi ve erkek Türk Arap atına ait cidago yüksekliği, göğüs çevresi ve incik çevresi ölçüleri oluşturmuştur. Veri 2010-2015 arasında yapılan tay satışlarının

kataloglarından derlenmiştir. Pedigri dosyası dört generasyon geriye gidilerek 223 baba, 640 ana ve 1777 hayvandan oluşturulmuştur.

İstatistiksel analizler

Veriler ilk önce modelde yer alacak sabit etkili faktörleri belirlemek için varyans analizi ile GLM prosedüründe analiz edilmiştir (SPSS 16.0). Sabit etkiler olarak işletme (Karacabey, Anadolu, Sultansuyu), cinsiyet (erkek, dişi), yaş (1, 2), doğum yılı (2008-2014) dikkate alınmıştır.

Varyans-kovaryans unsurları REML ile damızlık değerleri BLUP Animal model ile MTDFREML programı kullanılarak tahmin edilmiştir (Boldman ve ark. 1995). Bu amaçla hayvanın genetik etkilerini dikkate alan (model 1) ve buna ek olarak ananın genetik etkilerinin dâhil edildiği (model 2) 1 ve 2 numaralı modeller kullanılmıştır. Analizler tek özellikli (univariate) ve iki özellikli (bivariate) animal modellerde yapılmıştır (Mrode 2014). Eğer Simplex (polytope) metodunda -2Log likelihood varyansının değeri 10^{-9} 'un altındaysa o zaman yakınsama başarılı kabul edilmiştir. -2Log likelihood değeri daha düşük olan model en iyi model olarak belirlenmiş ve modeller arasındaki farklılık ise likelihood ratio test (LRT) ile karşılaştırılmıştır. LRT için -2LogL değerleri arasındaki fark Khi-Kare (χ^2) değeri olarak belirlenmiş ve modellerin parametre sayıları arasındaki fark kadar serbestlik dereceli χ^2 testi ile değerlendirilmiştir.

Kullanılan modeller matris notasyonu ile aşağıdaki gibi gösterilebilir;

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Za} + \mathbf{e} \quad (\text{Model 1}) \quad (1)$$

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Za} + \mathbf{Wm} + \mathbf{e} \quad \text{Cov(a,m)} \neq 0 \quad (\text{Model 2}) \quad (2)$$

bu modellerde; \mathbf{y} her özellik için gözlem değerleri vektörüdür, \mathbf{b} sabit etkiler (işletme, cinsiyet, hayvanın yaşı, doğum yılı) vektörünü, \mathbf{a} , \mathbf{m} ve \mathbf{e} sırasıyla direkt eklemeli genetik etkileri (birey), maternal genetik etkileri (ana) ve hata etkisini göstermektedir. \mathbf{X} , \mathbf{Z} ve \mathbf{W} bu etkilere ait desen matrisleridir. \mathbf{A} eklemeli akrabalık ilişkiler matrisidir. Analizde kullanılan varsayımlar aşağıdaki gibidir;

$$\mathbf{V}(\mathbf{a}) = \mathbf{A}\sigma_a^2, \mathbf{V}(\mathbf{m}) = \mathbf{A}\sigma_m^2, \mathbf{V}(\mathbf{e}) = \mathbf{I}_n\sigma_e^2$$

burada; \mathbf{I}_n hayvan sayısına eşit birim matrisi, σ_a^2 , σ_m^2 ve σ_e^2 sırasıyla direkt eklemeli genetik varyans, maternal genetik varyans ve çevre varyansıdır. Bu varyans unsurlarından yararlanarak kalıtım derecesi (h^2) ve maternal kalıtım derecesi (m^2) ve toplam kalıtım derecesi hesaplanmıştır. Toplam kalıtım derecesi $h_T^2 = (\sigma_a^2 + 0.5\sigma_m^2 + 1.5\sigma_{am})/\sigma_p^2$ ile hesaplanmıştır (Willham 1972). Bu eşitlik $\sigma_{am} = r_{am} \cdot \sigma_a \cdot \sigma_m$ olduğu için $h_T^2 = h^2 + 0.5m^2 + 1.5 h \cdot m \cdot r_{am}$ şeklinde de yazılabilir. Maternal kalıtım derecesi ve toplam kalıtım derecesi 2 numaralı eşitlikte verilen model 2'ye göre hesaplanmıştır. Bu formüllerde verilen σ_p^2 fenotipik varyansı, σ_{am} direkt ve anaya bağlı eklemeli genetik etkiler arasındaki kovaryansı, r_{am} direkt ve anaya bağlı eklemeli genetik etkiler arasındaki korelasyonu göstermektedir.

Araştırmada genetik yönelimi belirlemek için populasyonun zamanla ortalama damızlık değerindeki değişim kullanılmıştır. Bir başka deyişle genetik yönelim, doğum yılları itibarıyla damızlık değerlerin değişimidir. Fenotipik yönelimi belirlemek için ise ölçülen değerlerin yıllık en küçük kareler ortalamaları kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çevre faktörlerinin etkileri

Yapılan analiz sonuçlarına göre işletme, yaş, cinsiyet ve doğum yılının cidago yüksekliği, göğüs çevresi ve incik çevresine etkileri önemlidir ($P < 0.01$). Bu özelliklere ait en küçük kareler ortalamaları ve diğer tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3'te verilmiştir. Cidago yüksekliği için en küçük, en büyük ve genel ortalama sırasıyla, 137, 160, 150.6 cm'dir (Çizelge 1). Karacabey Tarım İşletmesi'nde yetiştirilen atların cidago yükseklikleri diğer işletmelere göre daha fazladır. İki yaşlılar doğal olarak bir yaşlılardan, erkekler de dişilerden yüksektir. 2008'den 2014'e kadar cidago yüksekliği fenotipik olarak artmış ve 2014 yılında 151.3 cm bulunmuştur. Cidago yüksekliği için elde edilen ortalama (150.6 cm) daha önce bu ırk için bildirilen bazı araştırma bulgularına benzer (Özdemir ve Ogan 1999; Antalyalı 2008),

bazılarından yüksek (Doğan ve ark. 2002; Kaygısız ve ark. 2011) ve bazılarından düşük bulunmuştur (Koç 1990). Bununla beraber bu çalışmada bulunan ortalama cidago yüksekliği Türkiye’de Alaca atı, Yerli at, Rahvan atı ile yapılan çalışmalarda bildirilen değerlerden yüksek (Kırmızıbayrak ve ark. 2004; Bayram ve ark. 2005; Çağlayan ve ark. 2010; Çelik ve ark. 2015), Macar atı için bildirilen değerden düşüktür (Köseman ve Özbeyaz 2015).

Çizelge 1. Türk Arap atında cidago yüksekliği için en küçük kareler ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikler

Faktör		P	N	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	S	CV, %	En küçük	En büyük
İşletme	Karacabey		374	150.4 ^a	0.19	4.37	2.9	137	159
	Anadolu	**	258	147.9 ^b	0.21	5.12	3.5	137	158
	Sultansuyu		280	148.8 ^c	0.22	4.32	2.9	140	160
Yaş	1	**	420	145.3 ^b	0.20	3.69	2.5	137	157
	2		492	152.7 ^a	0.17	2.78	1.8	145	160
Cinsiyet	Erkek	**	490	149.8 ^a	0.17	4.53	3.0	139	160
	Dişi		422	148.2 ^b	0.19	4.69	3.2	137	159
Yıl	2008		18	147.2 ^{de}	0.69	2.5	1.6	147	157
	2009		21	148.1 ^{cde}	0.64	2.2	1.5	148	155
	2010		147	148.0 ^e	0.24	5.73	3.8	137	159
	2011	**	222	148.9 ^{cd}	0.20	4.51	3.0	137	158
	2012		179	149.3 ^c	0.21	4.35	2.9	137	157
	2013		226	150.1 ^b	0.19	4.54	3.0	140	160
	2014		99	151.3 ^a	0.30	3.39	2.3	142	155
Genel			912	150.6	0.15	4.74	3.16	137	160

** P<0.01: Aynı faktör için farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir. N: veri sayısı, \bar{X} : ortalama, $S_{\bar{X}}$: ortalamanın standart hatası, S: standart sapma, CV: varyasyon katsayısı.

Göğüs çevresi için en küçük, en büyük ve genel ortalama 142 cm, 192 cm ve 172.3 cm bulunmuştur (Çizelge 2). Sultansuyu Tarım İşletmesinde yetiştirilen atların göğüs çevresi diğerlerinden daha yüksektir. Göğüs çevresi erkeklerde dişilerden, iki yaşlılarda bir yaşlılardan daha yüksektir. Göğüs çevresinin en yüksek 2008 yılında bulunmasına bu yıldaki veri sayısının az olması neden olmuş olabilir. 2009’dan 2014’e kadar yaklaşık 2 cm’lik bir artışla 168.1 cm ulaşmıştır. Göğüs çevresi için bu çalışmada bulunan ortalama (172.3 cm) daha önce Arap atı için bildirilen birçok araştırma bulgularından yüksektir (Doğan ve ark. 2002; Kaygısız ve ark. 2011; Özdemir ve Oğan 1999; Antalyalı 2008; Gharahveysi ve ark. 2008). Buna karşın Macar atı ve Arap atında erkekler ve dişiler için bildirilen değerlerden düşüktür (Koç 1990; Köseman ve Özbeyaz 2015).

İncik çevresi diğer iki işletmede aynı iken Karacabey Tarım İşletmesinde daha küçük, iki yaşlılar bir yaşlılardan erkekler dişilerden daha yüksektir (Çizelge 3). Buna karşın 2009-2013 arasında istatistiksel olarak önemli bir değişim olmazken 2014’te yükselmiştir. Bu çalışmada incik çevresinde hem genel hem de cinsiyetler için bulunan ortalamalar bazı araştırma bulgularıyla uyumlu (Koç 1990; Özdemir ve Oğan 1999; Kaygısız ve ark. 2011), bazılarından yüksek (Doğan ve ark. 2002; Antalyalı 2008; Sadek ve ark. 2006; Gharahveysi ve ark. 2008) bazılarından düşük bulunmuştur (Yıldırım ve Yıldız 2013). Türkiye’de Alaca atı, Yerli at, Rahvan atı ve Macar atı ile yapılan çalışmalarda ise daha düşük sonuçlar elde edilmiştir (Kırmızıbayrak ve ark. 2004; Bayram ve ark. 2005; Çağlayan ve ark. 2006; Çelik ve ark. 2015; Köseman ve Özbeyaz 2015).

Çizelge 2. Türk Arap atında göğüs çevresi için en küçük kareler ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikler

Faktör		P	N	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	S	CV, %	En küçük	En büyük
İşletme	Karacabey		374	167.5 ^b	0.34	9.02	5.4	142	190
	Anadolu	**	258	166.2 ^c	0.38	9.89	6.0	143	184
	Sultansuyu		280	169.2 ^a	0.40	9.63	5.7	148	192
Yaş	1	**	420	159.6 ^b	0.37	5.79	3.6	142	181
	2		492	175.6 ^a	0.31	4.92	2.8	162	192
Cinsiyet	Erkek	**	490	168.3 ^a	0.31	9.41	5.6	147	192
	Dişi		422	167.0 ^b	0.34	9.61	5.8	142	188
Yılı	2008		18	172.0 ^a	1.25	3.50	1.9	176	190
	2009		21	166.0 ^{bc}	1.17	3.73	2.2	166	180
	2010		147	167.0 ^{bc}	0.43	12.79	7.5	143	192
	2011	**	222	167.0 ^{bc}	0.36	8.56	5.1	142	185
	2012		179	167.1 ^{bc}	0.39	8.60	5.2	143	184
	2013		226	166.1 ^c	0.35	8.31	4.9	148	186
	2014		99	168.1 ^b	0.55	5.09	3.2	150	172
Genel			912	172.3	0.32	9.64	5.75	142	192

** P<0.01: Aynı faktör için farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir. N: veri sayısı, \bar{X} : ortalama, $S_{\bar{X}}$: ortalamanın standart hatası, S: standart sapma, CV: varyasyon katsayısı.

Çizelge 3. Türk Arap atında incik çevresi için en küçük kareler ortalamaları ve tanımlayıcı istatistikler

Faktör		P	N	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	S	CV, %	En küçük	En büyük
İşletme	Karacabey		374	18.6 ^b	0.04	1.02	5.5	16	22
	Anadolu	**	258	18.8 ^a	0.05	0.99	5.3	12	21
	Sultansuyu		280	18.8 ^a	0.05	0.82	4.4	17	21
Yaş	1	**	420	18.2 ^b	0.05	0.77	4.3	12	20.5
	2		492	19.3 ^a	0.04	0.79	4.1	17	22
Cinsiyet	Erkek	**	490	19.2 ^a	0.04	0.85	4.4	17	22
	Dişi		422	18.4 ^b	0.04	0.80	4.4	12	21
Yılı	2008		18	19.7 ^a	0.16	0.75	3.7	19.5	22
	2009		21	18.3 ^c	0.14	0.40	2.1	18	20
	2010		147	18.5 ^c	0.05	1.05	5.6	17	21
	2011	**	222	18.6 ^c	0.04	1.01	5.4	16	21
	2012		179	18.6 ^c	0.05	0.89	4.9	12	21
	2013		226	18.7 ^c	0.04	0.85	4.5	17	21
	2014		99	19.0 ^b	0.07	0.64	3.5	16.5	20
Genel			912	19.0	0.03	0.96	5.11	12	22

** P<0.01: Aynı faktör için farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir. N: veri sayısı, \bar{X} : ortalama, $S_{\bar{X}}$: ortalamanın standart hatası, S: standart sapma, CV: varyasyon katsayısı.

Varyans unsurları, genetik parametreler ve genetik yönelim

Her özellik için modellerde elde edilen varyans unsurları ve genetik parametre tahminleri Çizelge 4'de verilmiştir. Üç özellik için en düşük $-2\log L$ değeri model 2'de elde edilmiştir. Cidago yüksekliği için modeller arasındaki fark yani χ^2 değeri önemli iken (P<0.05), göğüs ve incik çevresi için önemsizdir. Bununla birlikte maternal etkileri de içerdiğinden bu iki özellik için model 2 daha uygun model olarak düşünülmüştür. Vücut ölçüleri için kalıtım dereceleri modellere ve analiz tipine göre değişmekle birlikte orta ve yüksek tahmin edilmiştir. Kalıtım dereceleri cidago yüksekliği, göğüs çevresi ve incik çevresi için model 2'de sırasıyla 0.30, 0.47, 0.27'dir. Model 1'de cidago yüksekliği için neredeyse iki katı daha yüksek ve 0.52, incik çevresi için 0.32 olarak tahmin edilirken göğüs çevresi için her iki modelde benzer bulunmuştur.

Çizelge 4. Türk Arap atında beden ölçüleri için tekli özellik analizlerde tahmin edilen varyans unsurları ve genetik parametreler

Özellik	Model	σ_a^2	σ_m^2	σ_{am}	σ_e^2	σ_p^2	$h^2 \pm SE$	$m^2 \pm SE$	$r_{am} \pm SE$	h_T^2	χ^2
Cidago yüksekliği	1	4.44	-	-	4.07	8.52	0.52±0.09	-	-	-	4.0*
	2	2.44	1.14	-0.26	4.87	8.20	0.30±0.12	0.14±0.10	-0.15±0.46	0.32	
Göğüs çevresi	1	12.66	-	-	15.01	27.67	0.46±0.09	-	-	-	0.1 ^{ÖD}
	2	13.02	0.00	-0.22	14.94	27.74	0.47±0.14	0.00	-0.99±0.32	0.46	
İncik çevresi	1	0.13	-	-	0.28	0.41	0.32±0.08	-	-	-	3.0 ^{ÖD}
	2	0.11	0.05	-0.03	0.28	0.41	0.27±0.11	0.12±0.09	-0.42±0.36	0.22	

^a σ_a^2 : eklemeli genetik varyans, σ_m^2 : maternal genetik varyans, σ_{am} : direkt ve anaya bağlı eklemeli genetik etkiler arasındaki kovaryans, σ_e^2 : çevre varyansı, σ_p^2 : fenotipik varyans, h^2 : kalıtım derecesi, m^2 : maternal kalıtım derecesi r_{am} : direkt ve anaya bağlı eklemeli genetik etkiler arasındaki korelasyon, h_T^2 : toplam kalıtım derecesi, SE : standart hata, χ^2 : Model 1 ve Model 2'nin -2Log L değerleri arasındaki fark, * $P < 0.05$, ÖD: önemli değil.

Tek özellikli ve iki özellikli analizlerde elde edilen sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir. Burada kalıtım dereceleri ve standart hataları diyagonalde yer alırken diyagonalin üstü eklemeli genetik altı ise fenotipik ve parantez içinde çevre korelasyonlarını göstermektedir.

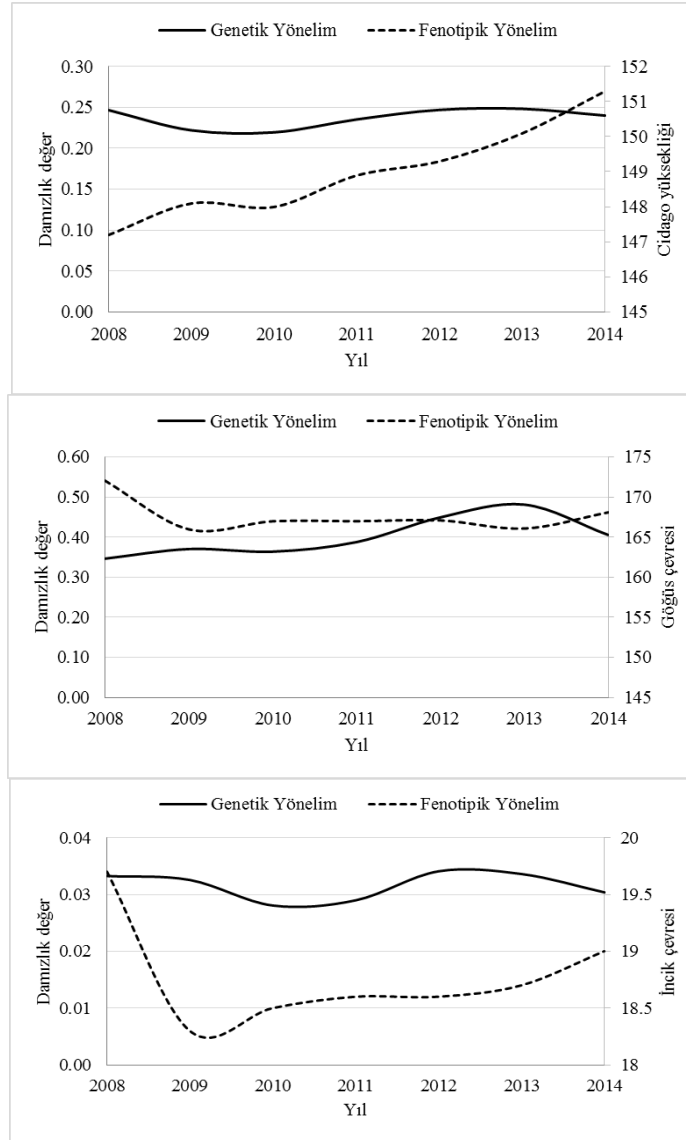
Çizelge 5. İki özellikli (bivariate) analizler ile elde edilen kalıtım dereceleri ve özellikler arası genetik, fenotipik ve çevre korelasyonları

	Cidago yüksekliği	Göğüs çevresi	İncik çevresi
Cidago yüksekliği	0.52±0.09	0.71	0.68
Göğüs çevresi	0.59 (0.47)	0.47±0.09	0.69
İncik çevresi	0.45 (0.29)	0.48 (0.33)	0.36±0.08

Görüldüğü gibi iki özellikli analizlerde kalıtım dereceleri tekli özellik analizde model 2'de bulunanlardan daha yüksekken model 1'de tahmin edilenlere benzerdir. Cidago yüksekliği ile göğüs çevresi ve incik çevresi arasındaki genetik korelasyonlar 0.71, 0.68, göğüs çevresi ve incik çevresi arasında 0.69 olarak hesaplanmıştır. Buna karşılık fenotipik ve çevre korelasyonları daha düşük tahmin edilmiştir.

Araştırmada cidago yüksekliği için bulunan kalıtım derecesi bazı araştırmalarda bildirilenlere benzer (Seidlitz ve ark. 1991; Kaygısız ve ark. 2011), bazılarında düşük (Molina ve ark. 1999; Gharahveysi ve ark. 2008; Kaygısız ve ark. 2011; Sole ve ark. 2014), bazılarında yüksektir (Doğan ve ark. 2002; Antalyalı ve ark. 2008; Sanchez ve ark. 2013). Göğüs çevresi için tahmin edilen kalıtım derecesi Molina ve ark. (1999) tarafından bildirilene benzer, bazı araştırma bulgularından yüksek (Antalyalı, 2008; Seidlitz ve ark., 1991) ama 24 aylık Arap atları için bildirilen değerden düşüktür (Kaygısız ve ark. 2011). İncik çevresinde bulunan kalıtım derecesi bazı araştırma bulgularına benzerken (Molina ve ark. 1999; Doğan ve ark. 2002), diğer araştırmalarda bulunanlardan yüksektir (Gharahveysi ve ark. 2008; Antalyalı 2008). Buna karşın 24 aylık Arap atları için bildirilen değerden çok düşüktür (Kaygısız ve ark. 2011).

Maternal kalıtım derecesi cidago yüksekliği ve incik çevresi için 0.14 ve 0.12 göğüs çevresi için sıfır bulunmuştur. Direkt ve maternal etkiler arasındaki genetik korelasyon cidago yüksekliği, göğüs çevresi ve incik çevresi için -0.15, -0.99 ve -0.42 bulunmuştur. Bu antagonizm nedeniyle bu üç özellik için hesaplanan toplam kalıtım dereceleri direkt kalıtım derecelerine çok yakın bulunmuştur. Hayvanların damızlık değerleri ve genetik yönelim model 2'ye göre hesaplanmıştır. 2008-2014 arasında doğan tüm hayvanlara ait genetik yönelim aynı yıllar için fenotipik yönelimle beraber Şekil 1'de verilmiştir. Özellikle cidago yüksekliğinde genetik yönelimin oldukça sabit olduğu söylenebilir. Şekil 1 yıllar itibarıyla damızlık değerlerin değişimi hakkında bir fikir verse de bu durum sürüde genotipik iyileştirme yönünde etkili bir müdahale yapılmadığına işaret eder. Diğerlerinde durum biraz farklı olmakla birlikte, cidago yüksekliğinde fenotipik yönelim artarken, genetik yönelimin stabil kalması da bu görüşü desteklemektedir. Bir sürü ya da popülasyonda genotipik varyasyon yeterli olsun ya da olmasın eğer genotipik iyileştirme/seleksiyon-ıslah uygulamalarına yer verilmiyor/yapılmıyor ise, popülasyonda yönü belli olmayan tesadüfe bağlı küçük değişimlerin dışında, generasyondan generasyona genetik ilerleme/değişim beklenemez, ya da yıllar itibarıyla sürüde genetik yönelimin stabil kalacağı açıktır. Buna karşın Swedish Warmblood atında cidago yüksekliğinde 1960'tan 2004'e kadar sürekli artan bir genetik yönelim olduğunu bildirilmiştir (Viklund ve ark. 2011).



Şekil 1. Türk Arap atında vücut ölçüleri için genetik yönelim.

Sonuç

Araştırma sonuçlarına göre incelenen vücut ölçüleri için saptanan orta-yüksek düzeyde kalıtım dereceleri ve yüksek düzeydeki genetik korelasyonların; fenotipik değerlerine göre seçilen damızlıkların genotipik değerce de üstün olma olasılıklarına bağlı olarak, sürüde genetik ilerlemenin tatmin edici seviyelerde gelişmesine imkân sunacağı söylenebilir. Bununla birlikte Arap atında cidago yüksekliğini ve diğer özellikleri artırmaya yönelik bir amacın veya etkili bir seleksiyon programının olduğunu söylemek güçtür. Bu sonuçlara göre Arap atında ırk standartlarını aştığı düşüncesiyle cidago yüksekliği ortalamadan çok yüksek olan hayvanların damızlık seçilmediği düşünülebilir. Cidado yüksekliği için son yıllardaki fenotipik yönelimin pozitif yönlü olmasının sağlık koruma, bakım-besleme gibi çevre faktörlerinin iyileştirilmesinin yanında, diğer özelliklerle mukayese edildiğinde yetiştiricilerin cidago yüksekliği üzerinde daha fazla durmalarından kaynaklanmış olabilir.

Türkiye’de Arap atı yetiştiriciliğinde seleksiyonun büyük ölçüde dış görünüşe göre yapıldığı, buna ek olarak atların kendilerinin ve akrabalarının performanslarının ve kazançlarının da dikkate alındığı söylenebilir. Populasyonda atlarda performans gibi bir kantitatif karakter yönünde genotipik iyileştirme hedefleniyorsa, izlenecek ıslah stratejisini belirleyen temel unsurlardan ilki, üzerinde durulan özelliğe ilişkin kalıtım

derecesinin düzeyidir. Açık ki, mevcut genetik varyasyonun yeter genişlikte olup olmaması da, izlenecek stratejiyi belirleyen etkenlerden bir diğeridir. Yine, yetiştiricilik açısından olduğu kadar, popülasyonda esas özellik ile genetik korelasyonu yüksek ve çok daha önceden tespit edilebilen özellik(er)in varlığı; generasyonlar arası sürenin nispeten uzun olduğu atlarda seleksiyon etkinliğinin artmasına ve genotipik ıslahın başarılı olmasına imkân sunmaktadır.

Sonuç olarak, yeterli genetik varyasyonun bulunduğu popülasyonlarda üzerinde durulan karakter(ler)in kalıtım dereceleri izlenecek ıslah stratejisinin belirleyicisi olmaktadır. Eğer özelliğe ait kalıtım derecesi yüksek ise, seleksiyonda isabet derecesinin de yüksek olması nedeniyle uygulanacak ıslah programı daha masrafsız ve daha kolay olacaktır. Ancak çoğunlukla ekonomik önemi olan kantitatif karakterlerde olduğu gibi kalıtım derecesinin düşük olduğu özelliklerde, akrabalık ilişkilerini dikkate alan ve hata varyansları minimum düzeyde olan yöntemlere başvurmak zorunludur. Yarış performansının genetik bileşenlerinin çok kompleks olduğu; anatomi, fizyoloji, nöroloji ve endokrinolojik fonksiyonların karmaşık etkilerini içerdiği unutulmamalıdır.

Kaynaklar

- Albuquerque LG, Meyer K (2001). Estimates of direct and maternal genetic effects for weights from birth to 600 days of age in Nelore cattle. *J. Anim. Breed. Genet.* 118: 83–92.
- Antalyalı A (2008). Türk safkan Arap atlarında bazı vücut özellikleri parametre tahminleri. (Doktora Tezi). Ankara Ün. Sağlık Bil. Ens. Ankara.
- Bayram D, Öztürk Y, Küçük M (2005). Van yöresinde yetiştirilen atlarda fenotipik özellikler. *YYU Vet Fak Derg.* 16 (1): 85–88.
- Bokor A (2011). Sport horse breeding. Agricultural and Food Science Non-profit Ltd. Kaposvar University.
- Boldman KG, Kriese LA, Van Vleck LD, Van Tassell CP, Kachman SD (1995). A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances. USDA-ARS, Clay Center, NE.
- Bowling AT, Ruvinsky A (Eds.) (2000). The genetics of the horse. CABI.
- Çağlayan T, İnal Ş, Garip M, Coşkun B, İnal F, Günlü A, Güleç E (2010). The determination of situation and breed characteristics of Turkish rahvan horse in Turkey. *J Anim Vet Adv.* 9 (4): 674–680.
- Çelik Ş, Coşkun F, Yılmaz O (2015). Türk Alaca atlarının vücut ölçülerinin farklı yaşlarda incelenmesi. *JAFAG.* 32 (1): 10–16.
- Dodenhoff J, Van Vleck LD, Gregory KE (1999). Estimation of direct, maternal, and grandmaternal genetic effects for weaning weight in several breeds of beef cattle. *J Anim. Sci.* 77 (4): 840–845.
- Doğan İ, Akcan A, Koç M (2002). Safkan erkek ve dişi arap taylarında önemli beden ölçülerinin incelenmesi. *Turk J Vet Anim Sci.* 26: 55–60.
- Falconer DS, Mackay TFC (1996). Introduction to Quantitative Genetics, 4th edn. Longman, Essex, England.
- Gharahveysi S, Emam Jome Kashan N, Gerami A, Vaez Torshizi R (2008). Estimation of genetic parameters on conformation traits of the Iranian Arab horses population. *Pak J Biol Sci.* 11 (2): 280–284.
- Jönsson L, Näsholm A, Roepstorff L, Egenvall A, Dalin G, Philipsson J (2014). Conformation traits and their genetic and phenotypic associations with health status in young Swedish warmblood riding horses. *Livest Sci.* 163: 12–25.
- Kaygısız A, Orhan H, Vanlı Y, Güler A, Gökdere MA (2011). Sultansuyu Tarım İşletmesinde yetiştirilen Türkiye Arap Atlarının vücut ölçülerine ait fenotipik ve genetik parametre tahminleri. *İğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.* 1 (1): 69–74.
- Kırmızıbayrak T, Aksoy AR, Tilki M, Saatçi M (2004). Kars yöresi Türk yerli atlarının morfolojik özelliklerinin incelenmesi. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 17: 69–72.
- Koç M (1990). Anadolu tarım işletmesinde yetiştirilen Arap atlarının bazı özellikleri üzerinde araştırmalar. (Doktora Tezi). İstanbul Ün. Sağlık Bil. Ens. İstanbul.
- Köseman A, Özbeyaz C (2015). Macar atlarında bazı morfolojik özellikler ile kan grup ve protein polimorfizmi. *Lalahan Hay Araşt Enst Derg.* 55 (1): 23–30.
- Kristjánsson T, Björnisdóttir S, Albertsdóttir E, Sigurdsson A, Pourcelot P, Crevier-Denoix N, Arnason T (2016). Association of conformation and riding ability in Icelandic horses. *Livest Sci.* 189: 91–101.
- Meyer K (1992). Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. *Livest Prod Sci.* 31 (3-4): 179–204.
- Meyer K (1997). Estimates of genetic parameters for weaning weight of beef cattle accounting for direct–maternal environmental covariances. *Livest Prod Sci.* 52: 187–199.

- Molina A, Valera M, Dos Santos, Rodero R (1999). Genetic parameters of morphofunctional traits in Anadalousian Horse. *Livest Prod Sci.* 60: 295–303.
- Mrode RA (2014). *Linear models for the prediction of animal breeding values.* Cabi.
- Özdemir B, Oğan M (1999). Sultansuyu Tarım İşletmesinde yetiştirilen safkan arap atların döl verimi, yaşama gücü ve beden ölçüleri. *Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med.* 18 (3): 51–61.
- Sadek MH, Al-Aboud AZ, Ashmawy AA (2006). Factor analysis of body measurements in Arabian horses. *J. Anim. Breed. Genet.* 123 (6): 369–377.
- Sánchez MJ, Gómez MD, Peña F, Monterde JG, Morales JL, Molina A, Valera M (2013). Relationship between conformation traits and gait characteristics in Pura Raza Español horses. *Arch. Tierz.* 56 (13): 137–148
- Seidlitz G, Willeke H, Butler-Wemken Iv (1991). Conformation and type traits in breeding mares of the Arabian Horse. *Arch. Tierz.* 34.
- Smith AM, Staniar WB, Splan RK (2006). Associations between yearling body measurements and career racing performance in Thoroughbred racehorses. *J Equine Vet Sci.* 26 (5): 212–214.
- Solé M, Cervantes I, Gutiérrez JP, Gómez MD, Valera M (2014). Estimation of genetic parameters for morphological and functional traits in a Menorca horse population. *Span J Agric Res.* 12 (1): 125–132.
- Solé M, Gómez MD, Molina A, Peña F, Valera M (2013). Analyses of conformational performance differentiation among functional breeding goals in the Menorca horse breed. *Arch. Tierz.* 37: 367–379.
- SPSS (2007). *SPSS for Windows. Release 16.0.* Copright © SPSS Inc., Chicago,IL.
- Viklund Å, Näsholm A, Strandberg E, Philipsson J (2011). Genetic trends for performance of Swedish Warmblood horses. *Livest Sci.* 141 (2): 113–122.
- WAHO (2017). Arabian Horse Definition, <http://www.waho.org/Definition.html>. (Erişim tar.: 15.02. 2017).
- Wejer J, Lewczuk D (2016). Effect of the Age on the Evaluation of Horse Conformation and Movement. *Ann. Anim. Sci.* 16 (3): 863–870.
- Yıldırım G (2014). *Atlarda vücut yapısının değerlendirilmesi.* Nobel. ISBN: 978 605 335 044 6
- Yıldırım F, Yıldız A (2013). Cirit atlarında vücut ölçüleri. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 19 (4): 693–698.