

ÇEŞİTLİ DERECELERDEKİ AKRABALIKLARDAN YARARLANILARAK TAVŞANLARDAKİ CANLI AĞIRLIĞIN KALITIM DERECESİNİN TAHMİNİ

Ragıp TIĞLI*

ÖZET

Bir canlının fenotipi, genotip ile çevre şartlarının ortaklaşa ortaya çıkardıkları bir üründür. Bir canlının kromozomları üzerinde lokalize olmuş genler, o canlının Genotipini oluşturur. Çevre ise kromozom dışı etkilerin toplamıdır. Genotip, herhangi bir canlının belirli bir değer almasını sağlamakta çevre ise, bunda (-) ve (+) yönde sapmalar meydana getirmektedir. Memeli hayvan ağırlıkları gerçekten karmaşık bir karakterdir. Bu karakter dölün gelişmesi ve ananın özel etkileri şeklinde olan iki parça karakterin bir sonucu olur. Muhtemeldir ki bu karakterlerin her biri Genetik ve çevresel faktörler tarafından belirlenmiştir.

Kalıtım Derecesi (Heritability), hayvan ve bitki ıslâhında devamlı kullanılan bir deyim olup seleksiyon ve çiftleşme metodlarının belirlenmesi açısından önemli bir varyasyon ölçüsüdür. $V(G)/V(P) = h^2$ şeklinde formüle edilen bu ölçü, herhangi bir populasyonda ele alınan karakter bakımından tespit edilen fenotipik farklılıktaki genotipik farklılığın nispi payı olarak yorumlanır. Araştırmacıların hayvan ıslâhında başarı sağlamaları; materyallerinin, üzerinde durulan karakterlerin kalıtım derecelerini bilmelerine bağlı kılınmaktadır. Zira, ileriki generasyonlarda ele alınan verim bakımından bir ilerlemenin sağlanması genotipik varyasyonun ortaya konmasıyla mümkün olmakta bu da, çiftleşme metodları ile azaltılıp fazlalaştırılabilmektedir. Üyle ise; genotipin iyileştirilmesi için bir taraftan damızlık seçimi bir taraftanda çiftleştirme metodları imkânlarını kullanmak gerekmektedir.

Bu amaçla mesaide; yurdumuzda oldukça popüler hale gelen ve hayvansal protein açığımızın kapatılmasında büyük katkıları olabilecek Tavşanların çeşitli dönemlere ait canlı ağırlıklarının kalıtım dereceleri hesaplanmaya çalışılmıştır. Genetik ve çevresel varyansların, özel deney teknikleri kullanılmadan populasyonlar üzerinde yapılan ölçümlerden direkt olarak hesaplanamayacağı dikkate alınarak, bu etkileyici varyanslar akrabalar arasındaki gözlenen ilişki derecelerinden bulunmak istenmiştir. Bunun için elde mevcut Beyaz Yeni Zelanda Tavşan sürüsünden üç populasyon oluşturarak akrabalık durumlarına göre cinsi olgunluğa gelenler çiftleştirilmişlerdir. İlk gebeliklerinden olan yavrularla-ebeveynlerinin 0., 7., 15., 30., 45., 60., 75. ve 90.ncı günlerdeki canlı ağırlıkları alınmıştır. Elde edilen rakamlar standartlaştırılarak tavşanların adı geçen günlerdeki canlı ağırlıklarına ait kalıtım dereceleri çok çeşitli akraba hatlarla incelenmeye alınmış ve sonuçlar her akraba düzeyinde tartışılmıştır.

GİRİŞ

Hayvan ıslâhında kalıtım derecesi, ele alınan populasyona ait çok önemli bir parametre olarak bilinir. Bir taraftan hayvanın

*Yrd.Doç.Dr., Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi

genotipini fenotipinden anlamada ve böylece genetik varyasyonu ortaya koymada önemli bir ölçü olduğu gibi diğer taraftanda en verimli seleksiyonu usulü ile çiftleştirme metodlarının seçimini mümkün hale getirir.

Bir canlının kromozomları üzerinde lokalize olan genler o canlının genotipini oluşturur. Çevre ise kalıtsal olmayan etkilerin toplamıdır (Falconer, 1960). Dolayısıyla fenotipik Varyans, $V(P) = V(G) + V(E)$ şeklinde basit olarak gösterilebilir. Kalıtım derecesi ise, her şekildeki gen tesirinin ortaya koyduğu toplam genotipik varyansın fenotipik varyansa bölümüyle elde edilerek h^2 ile belirtilir $h^2 = V(G)/V(P)$. Kalıtım derecesinin tahmini, geliştirilmiş çok çeşitli metodlarla sağlanmaktadır. Gerek seleksiyonla sağlanan ilerlemede genotipin etkisinin hesaplanması, gerekse genotip ve çevre varyanslarının doğrudan doğruya materyalden bulunması konumuz dışında olduğu için araştırma yalnızca, Akraba şahısların yani genotipik olarak birbirlerine benzeyenlerin fenotipik olarak da benzeme derecelerine dayandırılmıştır.

Zigota hem direkt hem de ana yolu ile etki yapan (genetik ve çevresel) faktörlerin ortamda bulunduğu durumlarda bunların incelenmesi için uygun bir modelin seçimi çok kritik bir konudur. Model, hem söz konusu olan biyolojiyi tarif edecek hem de bütün işlemleri baştan sona kadar yürütülmesini sağlayacak etkinlikte basit olacaktır. Bu durumda ele alınan fert (x)'in fenotipik değeri $P(x)$ ise;

$$P_x = P_{ox} + P_{mw}$$

veya,

$$P_x = G_{ox} + G_{mw} + E_{mw} + E_{ox}$$

yayılabilecektir. Burada;

P_{ox} = Direkt etkinin sağladığı fenotipik değer,

P_{mw} = Anaya ait etkilerin sağladığı fenotipik değerdir.

Modelde epistasi ile dominansın yokluğu farzedilmiş ve değerler eklemeli genetik etkiler olarak düşünülmüştür. Böylece fenotipik benzerliği ölçen kovaryans basit olarak genetik ve çevre faktörlerinden doğmaktadır, ama emme periyodu esnasındaki döllerin gelişmesi çevresel etkilerin söz konusu edildiği kadar onların kendi genleri tarafından da bir etkiye sahip olur. Bunun bir kısmı ise anaya atfedilebilir. Zorluk

ise, dölün büyümesindeki ananın direkt ve aktarılan etkilerini ayırmaya başlandığında ortaya çıkar (Tıglı, 1978). Diğer taraftan dikkat edilecek husus; Anaya ait özel çevresel varyasyonun, anaya ait özel genetik varyasyondan ayrılmasıdır. Bunun içinde değişik şekillerdeki akraba gruplarının karşılaştırılması ve değişik tipteki akraba fertler arasındaki kovaryansların hesaplanmasıyla mümkün kılınmaktadır. Akralar arası yetiştirme bir popülasyondaki şahıslar arasındaki genetik benzerliği artıracığından akraba hatlarda ele alınan karakter bakımından kalıtım derecesinin ölçülmesi de büyük değer taşır. Bununla birlikte tavşanlarda diğer memelilere nazaran bu konuda fazla bir araştırma yapılmamıştır.

Tavşanlarda önemli bir verimde canlı ağırlıktır. Bu bakımdan 4 çeşit tavşan ırkında, 8 döneme ait canlı ağırlığın kalıtım derecesini araştıran Bogdan (1970), doğum ağırlığındaki değerleri 0.384 ile 0.423 arasında yüksek bir değer bulmasına karşılık 6.aya kadarlık bir sürede bu oranın 0.089 ile 0.138 kadara düştüğünü gözlemiştir. Karłowicz, W. ve Rogoninska (1967), Beyaz Popielno ırkında 2.aylık canlı ağırlığın kalıtım derecesini 0.729 ve 3.aylık canlı ağırlığın da 0.286 olduğunu tahmin etmiştir. Mostageer ve Arkadaşları (1970), 4 haftalık canlı ağırlığın kalıtım derecesini 0.554, 6 haftalık canlı ağırlığın kalıtım derecesini 0.578, 10 haftalık canlı ağırlığını 0.557 ve 12 haftalığını ise, 0.281 olarak bildirmişlerdir.

Farklı tiplerden 130 tavşan üzerinde çalışan Merkusin (1971), doğum, 1. ve 2.ay canlı ağırlıklarının kalıtım derecelerini sırasıyla 0.301, 0.198 ve 0.123 olarak tespit etmiştir. Aşkın (1974), Beyaz Yeni Zelanda Tavşanları üzerinde yaptığı çalışmada öz ve üvey kardeşler metodundan yararlanarak bunlarda 15., 30., 45., 60., 75. ve 90.gün canlı ağırlıklarının kalıtım derecelerini tespit etmiş ve sırasıyla -0.537, -0.561, 0.045, -0.105, -0.396 ve 0.119 olarak bildirmiştir. Kalıtım derecelerinin çoğunluğunun negatif çıkmasını ise örnek hacminin küçüklüğüne bağlamış ve negatif değer taşıyan kalıtım derecelerini sıfırdan farksız kabul etmiştir. Mc. Reynolds (1974), 34 Baba ve 72 Anadan olma 163 Beyaz Yeni Zelanda Tavşanlarında genetik parametreleri hesaplar-ken 21 günlük canlı ağırlığa ait kalıtım derecesini 0.022, 56 günlük kalıtım derecesini de 0.420 olarak bildirmiştir.

Araştırmada Beyaz Yeni Zelanda Tavşanlarının sekiz değişik çağındaki canlı ağırlıklarının kalıtım dereceleri çeşitli şekil ve derecelerdeki akrabalıklardan tahmin edilmeye çalışılmış olup, ileride yapılacak değişik araştırmalarda genetik ilerlemeyi sağlayacak seleksiyon programlarının geliştirilmesine katkıda bulunması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Araştırmanın materyali Ankara Tavukçuluk Araştırma Enstitüsünde yetiştirilen Beyaz Yeni Zelanda Tavşan sürüsünden sağlanmıştır. Büyük Ebeveyn olarak ayrılan çağdaş 15 erkek ve 60 dişinin birbirleriyle akraba olmayacak şekilde rasgele çiftleşmesiyle oluşan ve 90.cı güne kadar yaşayabilen 413 dölün 0., 7., 15., 30., 45., 60., 75. ve 90. gün tartıları alınarak pedigrileri tutulmuştur.

Çeşitli genetik ve çevresel faktörlerin paylarını hesaplayabilmek amacıyla çeşitli derece ve şekillerde akraba tavşanlar oluşturmak için bunlardan 80 dişi ve 20 erkek seçilerek bir erkeğe 4 dişi hesabıyla set oluşturulmuştur. Her setteki erkekler ana-baba bir öz kardeşirler. Böylece her setteki erkeklerden birine, bunlarla hiçbir akrabalığı olmayan 4 özkardeş dişiden ikisi, diğerine de geri kalan ikisi verilmiştir. Yine aynı erkeklere, ne bunlara ne de özkardeş dişilere akraba olan başka bir baba ve değişik akraba olmayan 4 anadan olma dört baba-bir üvey kardeş dişiden rastgele ikisi birine, ikisi de diğerine tahsis edilmiştir. Bunlardan 556 döl cinsiyet tayinine kadar yaşayabilmiş ve bunlarında 294 adedi dişi, 262 adedi de erkek olmuş olup I.tekerrür dölleri oluşturmuştur. II.tekerrür ebeveynleri ise bunlardan aynı metotla oluşturulmuş ve 88 dişi ile 22 erkek seçilerek II set teşekkül ettirilmiştir. Ele alınan bu hayvanlar damızlık çağına geldiklerinde çiftleştirilmişlerdir. Cinsiyet ayırımına kadar yaşayabilen 623 döl elde edilerek bunların 363'ünün dişi, 260 tanesinin de erkek olduğu gözlenmiştir. Tüm değerlendirmeler ise bunlar üzerinden yapılmıştır.

Çalışmada; sekiz döneme ait veriler, çok yönlü olarak sınıflandırılmış ve "En Küçük Kareler Metodu" uygulanarak bir doğumdaki yavru sayısı ve cinsiyet bakımından düzeltilmişlerdir. Düzeltilmiş olan bu rakamlarla döl varyasyonuna etkide bulunan 6 çeşit faktörlere ait paylar ile 2 çeşit çevresel varyanslar hesaplanmıştır. Genetik model;

$$V(P) = V(Ao) + V(Do) + V(Am) + V(Dm) + Kov(AoAm) + Kov(DoDm) + V(C) + V(W)$$

şeklinde gösterilmiş olup, bunlar;

$V(P)$ = Toplam fenotipik varyans,

$V(Ao)$ = Direkt döldeki eklemeli genetik varyans,

$V(Do)$ = Direkt Dominans varyans,

$V(Am)$ = Ananın özel eklemeli gen etkisinden ileri gelen varyans.

$V(Dm)$ = Anaya ait dominans varyans,

$Kov(AoAm)$ = Direkt ve Anaya ait eklemeli genetik Kovaryans,

$Kov(DoDm)$ = Direkt ve Anaya ait Dominans etkilere ait Kovaryans,

$V(c)$ = Ananın yavrusuna sağladığı müşterek çevre şartlarından ileri gelen varyans,

$V(W)$ = Dölün maruz kaldığı tesadüfi çevre farklılığından ileri gelen varyans,

olarak ifade edilebilir. Çalışmada uygulanan çiftleşme planı gereğince 13 tip akraba grup oluşturulmuş ve bunlar arasında beklenen genetik varyans ve kovaryanslarla çevresel varyans oranları Çizelge 1'de verilmiştir. Burada; 13 akraba grup kovaryansları ile 8 varyans unsuru ortaya çıktığından bu, 8 bilinmeyenli 13 eşitlik oluşturmuştur. Varyans unsurlarının regresyon katsayıları, gözlenen değerler gibi düşünülerek katsayılara ait 13 x 8 boyutlu X matrisinin transposesinin kendisi ile çarpımının inversi alınarak kovaryans-varyans unsurları tahmin edilmiştir. Elde edilen 6 genetik unsur toplanarak toplam varyansa bölünmüş ve böylece fenotipik farklılıktaki genotipik farklılığın nispi payı dediğimiz kalıtım derecesi elde edilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Onüç tip akrabalığı (Çizelge.1) kullanarak elde edilmiş bulunan canlı ağırlıklara ait fenotipik farklılıktaki genotipik farklılığın nispi payı Çizelge 2'de gösterilmiştir. Buna göre I. ve II.tekerrürlerde doğum ağırlığı hariç tutulursa oldukça yüksek düzeyde canlı ağırlıkların kalıtım derecelerine rastlanmıştır. Doğum ağırlığındaki kalıtım derecesinin düşüklüğü, eklemeli genlerin (V_{Ao}) henüz etkilerini gösteremediklerine bağlanabilir. 0., 7., 30., 45., 60., 75. ve 90. günlere ait canlı ağırlıkların kalıtım dereceleri I.tekerrür hayvanları için 0,2841 ile 0,8923

Çizelge 1 : Anaya Ait Etkiler Söz Konusu Olduğunda Akrabalar Arasındaki Muhtelif Varyans ve Kovaryanslar.

Kov (Px, Py)	Y_{Li}	Varyans ve Kovaryansın Teşkil Ettiği Kısımlar									
		V(Ao)	V(Do)	Kov(AoAm)	Kov(DoDm)	V(Am)	V(Dm)	V(C)	V(E)		
Başka bir üvey kardeş ve aynı zamanda babaları bir üvey teyze çocukları	Y_1	5/16	1/16	1/8+1/8	0 + 0	1/4	0	0	0	0	
Baba bir üvey kardeşler	Y_2	1/4	0	0 + 0	0 + 0	0	0	0	0	0	
Ana - Döl	Y_3	1/2	0	1 + 1/4	1 + 0	1/2	0	0	0	0	
Baba - Döl	Y_4	1/2	0	0 + 1/4	0 + 0	0	0	0	0	0	
Üz Amca Çocukları	Y_5	1/8	0	0 + 0	0 + 0	0	0	0	0	0	
Baba-bir üvey kardeş ve aynı zamanda öz Teyze Çocukları	Y_6	3/8	1/8	1/4+1/4	0 + 0	1/2	1/4	0	0	0	
Üz Amca ve Üz Teyze Çocukları	Y_7	1/4	1/16	1/4+1/4	0 + 0	1/2	1/4	0	0	0	
Baba Tarafından Üz Amca ve Aynı Zamanında Baba tarafından Üvey Teyze Çocukları	Y_8	3/16	1/32	1/8+1/8	0 + 0	1/4	0	0	0	0	
Üz Kardeşler	Y_9	1/2	1/4	1/2+1/2	0 + 0	1	1	1	0	0	
Üz Kardeşler İçi	Y_{10}	1/2	3/4	0 + 0	0 + 0	0	0	0	0	0	
Üz Teyze-Yeğen	Y_{11}	1/4	0	3/4	1/4	1/2	0	0	0	0	
Amca-Yeğen	Y_{12}	1/4	0	1/4	0 + 0	0	0	0	0	0	
Babadan Üvey teyze-Yeğen	Y_{13}	1/8	0	1/4	0 + 0	0	0	0	0	0	

Çizelge 2 : Çeşitli Dönemlere Ait Canlı Ağırlıkların Kalıtım Dereceleri.

TEKERRÜRLER	D Ö N E M L E R								
	0. GÜN	7. GÜN	15. GÜN	30. GÜN	45. GÜN	60. GÜN	75. GÜN	90. GÜN	
I	0,2841	0,6659	0,7646	0,7112	0,7833	0,8923	0,4291	0,4250	
II	0,1657	0,4261	0,5277	0,3904	0,1234	0,2703	0,3421	0,4113	
III*	0,2244	0,5319	0,5931	0,4640	0,48580	0,5055	0,3688	0,4114	

* Birinci ve İkinci tekerrürün birleştirilmesiyle elde edilen değerler için.

arasında görülürken II.tekerrür hayvanlarında bu 0,1234 ile 0,5277 arasında tespit edilmiştir. I. ve II.tekerrür değerlerinin birleştirilmesiyle elde edilen değerlerde bunlara uygun olarak 0,2244 ile 0,5931 gibi kıymetler arzetmişlerdir. I.tekerrürün 60.gününde görülen yüksek düzeydeki kalıtım derecesi ananın yavrularına sağladığı müşterek çevre şartlarından ileri gelen varyans (V_c) ile dölün etkisi altında kaldığı tesadüfi çevre farklılığından ileri gelen varyansın (V_w) düşüklüğüyle izah edilebilir.

Diğer taraftan aynı karakterin çeşitli populasyonlardaki veya-
hatta çeşitli generasyonlardaki kalıtım derecelerinin aynı olması bekle-
nemez. Çünkü çevreye ait varyasyon ne kadar küçükse kalıtım derecesi-
de o kadar yükselir. Bizim denememizde de bu durum çok açık olarak
gözlenmiştir. I.tekerrürün 45. ve 60.günlerinde dölün etkisi altında
kaldığı tesadüfi çevre farklılığından ileri gelen varyans sırasıyla
% 3.93 ile % 4.41 olduğu halde, II.tekerrürün aynı dönemlerinde bu
varyanslar % 38.66 ile % 53.38'e kadar yükselmiş ve aynı dönemlere
ait kalıtım dereceleri sırasıyla yüksek ve düşük seviyelerde bulunmuş-
tur.

Sekiz çağa ait elde edilen kalıtım dereceleri literatürlerle
büyük bir uyum içindedir. Karłowicz, W. ve Rogazinska (1967), 60.gün
canlı ağırlığın kalıtım derecesini 0,729 olarak tespit ederken Mastageer
ve Arkadaşları (1970), 70.gün canlı ağırlığınınkini 0,554 olarak tespit
etmiştir.

Sonuç olarak; yukarıda izah edildiği gibi ele alınan karakter
bakımından kalıtım derecesi bir orandır. Üzerinde inceleme yapılan
populasyonun maruz kaldığı herhangi bir dönemdeki çevre şartlarının
değişikliği veyahutta döllerin veya ebeveynlerinin herhangi bir çağdaki
genetik unsurların devreye girmesi bu oranı direkt etkilemektedir.
Umumiyetle, populasyonlara sağlanan çevre şartları yıldan yıla hatta
mevsimden mevsime farklılık yaratmaktadır. Bunu asgariye indirmek
oldukça zor olduğundan her çağdaki değişikliği normal karşılamak
gerekir. Diğer taraftan Tavşanlardaki canlı ağırlığa ait bu çalışmada,
oldukça yüksek sayılabilecek kalıtım dereceleri görüldüğüne göre en
süratli genetik ilerlemeyi sağlayacak seleksiyon programı için fertlerin
fenotipik değerlerine göre seçim (ferdi seçim) tavsiye edilebilirken

canlı ağırlıklarla ilgili karakterlerin kalıtım dereceleri üzerinde daha fazla çalışmalara ihtiyaç olduğunu vurgulamakta yarar görülür.

SUMMARY

THE DETERMINATION OF THE HERITABILITY OF LIVING WEIGHT IN RABBITS BY USING VARIOUS DEGREES OF RELATIONSHIPS.

The phenotype of a living creature is a product of it's genotype and the environment. The genotype of a living creature is constituted by it's genes which are located on it's chromosomes. The effects other than those coming from chromosomes are considered as environmental effects. Genotype provides a certain value to the living creature but (+) or (-) deviations from this value are produced by environment. The weight of mammals is one of the complex characters. This character is a result of two characters which consists of the maternal effect and the development of offspring. Probably each of this characters are determined by the genetic and environmental factors.

Heritability is a term widely used in plant and animal breeding, and is an important criterion of variation in choosing suitable selection and mating methods. This criterion is expressed as $V(G) / V(P) = h^2$ and is considered as proportional part of genotypic difference in fenotypic difference found in a character investigated in a population. The succes of scientists in animal breeding depends on their knowledge of the heritability of characters investigated in their material. Because an increase in the yield in succeeding generations by determination of genotypic variation. The yield can be increased or decreased by mating methods. Therefore both are necessary for improvement of genotype suitable the choose of parent stock and the use of mitable mating methods.

The aim of this study was the determination of heritability of living weight of rabbits. Rabbit production become popular in recent years and may contribute to meet the animal proteins deficit in Turkey. Taking into consideration that it won't be possible to estimate the genetical and environmental variations directly by measurements made on populations without any use of special experimental technics, we planned to find these variations from the relationship degrees observed between relatives. For this purpose three populations of white New Zeland rabbits has been established and those reached the sexual maturity were mated according to their degree of relationship. Living weights of parents and their offspring from their first pregnancy on the 0th., 7th., 15th., 30th., 45th., 60th., 75th. and 90th. days were measured. The figures obtained were standardised and the heritabilities of the living weight on the doys mentioned above were estimated in various relative and the results were discursed for every relationship level.

LİTERATÜR

- Aşkın, Y., 1974. Beyaz Yeni Zelanda Tavşanlarında Çeşitli Verimlere Ait Genetik ve Fenotipik Parametreler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Zootekni Kürsüsü, Doktora Tezi (Basılmamış).
- Becker, W.A., 1970. Manual of Quantitative Genetics. Published and Distributed by Students Book Corporation N.E. 700 Thatuna. Pullman, Washington 99163, U.S.A.
- Bogdan, S.D., 1970. The Heritability of Live Weight in Rabbits. Anim. Breed. Abstr., 1972 (40): 134.

- Crow, J.F. and Kimura, M., 1970. An Introduction to Population Genetics Theory. Harper and Row, Publishers, Inc., 49 East 33rd Street, New York, N.Y. 10016.
- Düzgüneş, O., 1976. Hayvan Islâhı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 98. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Falconer, D.S., 1960. Introduction to Quantitative Genetics. The Ronald Press Company. New York 10, N.Y. Page 159-161.
- Karłowicz, W., Z.Rogozinska. 1967. Role of Environmental and Genetic Factors in Determining the Weight of Rabbits of the Popielno Breed at 2 and 3 Months of Age. Anim. Breed. Abstr., 1968 (36): 282.
- Mc Reynolds, W.E., 1974. Genetic Parameters of Early Growth in a Population of New Zeland White Rabbits. Dissertation Abst. Int. B (1974): 35(8). 3980.
- Merkusin, V.V., 1971. Evaluation of Meat Characters of Young Rabbits on Phenotype. Anim. Breed. Abstr., 1971 (39): 580.
- Mostageer, A., M.A. Ghany, H.I. Barwish, 1970. Genetic and Phenotypic Parameters for the Improvement of Body Weight in Giza Rabbits. Journal of Animal Production of the United Arab. Republic, 10 (1): 65.
- Tıgılı, R., 1978. Beyaz Yeni Zelanda Tavşanlarında Çeşitli Verim Özellikleri Üzerine Ananın Genetik ve Çevresel Etkilerinin Araştırılması. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Genetik ve İstatistik Kürsüsü, Doktora Tezi. (Basılmamış).
- Willham, R.L., 1972. The Role of Maternal Effect in Animal Breeding: III. Biometrical Aspects of Maternal Effects in Animals. Journal of Animal Science Vol. 35, No.6: 1288.