

# **HAYVAN ISLAHININ GENETİK ESASLARI**

**(İLKELER, YÖNTEMLER, UYGULAMALAR)**

**Özel ŞEKERDEN  
ANTAKYA- 2000**

**1. MAKRO ÇEVRE FAKTÖRLERİ VE STANDARDİZASYON**

Hayvansal üretimde karlılık, üretimin çevreye uygun genotiplerle yapılmasına ve üretimde kullanılan genotiplere uygun çevre sağlanmasına bağlıdır. Çevreye uygun genotiplerin belirlenip oluşturulması genetik ıslahının (hayvan ıslahının) konusudur. Hayvan ıslahından amaçlanan ise, ekonomik öneme sahip özellikler açısından hayvanların ve hayvan gruplarının genotiplerinin, mümkün olduğunca isabetli bir şekilde tahmin edilmesidir. Tahmindeki isabet derecesi yükseldikçe, yapılan ıslahla sağlanacak genetik ilerleme miktarı da artar.

Kalitatif ve kantitatif olmak üzere 2 grup karakterlerden söz edilir. Herhangibir şekilde ölçülüp tespit edilerek rakamlarla ve bir birimle ifade edilebilen karakterler kantitatif (süt, yumurta, yapağı verimi gibi), ölçülüp tespit edilerek rakamlarla ifadesi mümkün olmayan özellikler (renk, boynuz durumu gibi) ise, kalitatif olarak nitelendirilir. Çiftlik hayvanlarında ekonomik öneme sahip özelliklerin hemen tamamı kantitatif niteliktedir. Kantitatif karakterlerin genotip ve çevre şartlarının birlikte etkisi altında şekillenmesine karşın, kalitatif olanlar hemen sadece genotip tarafından belirlenir. Fenotipin genotip tarafından belirlenme derecesi  $h^2$ , çevre tarafından belirlenme derecesi  $e^2$  ile gösterildiğinde  $h^2 + e^2 = 1$  olarak ifade edilebilir. O halde, Bir özelliğin çevre tarafından belirlenme derecesi, o karakterin genotip tarafından belirlenme derecesine bağlıdır. Buna göre, kalıtım derecesi yüksek olan karakterlerde çevrenin etkisi az, düşük olanlarda ise yüksektir. Örneğin kalıtım derecesi yüksek (0.4 ten fazla) olan karakterler (sığırlarda sütteki yağ oranı, koyunlarda temiz yapağı ağırlığı, lüle uzunluğu, yapağının sıklığı ve ondülasyonu, tavuklarda yumurta ağırlığı gibi) üzerine çevre şartlarının etkisi azdır. Kalıtım derecesi orta büyüklükte (0.21-0.40) olan karakterlerde (sığırlarda süt ve yağ verimi, kuzularda doğum ağırlığı ve büyüme hızı gibi) çevrenin önemi birinci gruba oranla daha fazladır. kalıtım derecesinin küçük (0.20 den az) olduğu karakterlerde (bir batındaki yavru sayısı, tavuklarda yumurta verimi gibi) ise, çevrenin fenotipi belirlemedeki etkisi çok yüksektir.

Seleksiyon, sürüdeki genotipik olarak üstün verim özelliğinde olan bazı hayvanlara, diğerlerine oranla daha fazla çoğalma şansı vermektir. Hayvanlarında ekonomik önemi olan muhtelif verim özelliklerinin genetik ıslahında izlenecek en önemli yollardan birisi seleksiyondur. Seleksiyondaki başarı ise, sürüdeki genetik olarak üstün verim özelliğinde olan hayvanların isabetle seçilebilmesine

bağlıdır. Bu isabetin ölçüsü, ıslahı amaçlanan özelliğin sürüdeki kalıtım derecesidir. Çünkü, eğer genotip ile çevre arasında bir ilişki yoksa, genotipik değer ile fenotipik değer arasındaki korelasyon katsayısı, kalıtım derecesinin kareköküne eşittir. Nitekim, yüksek kalıtım dereceli karakterlerde seleksiyondaki isabet derecesi yüksek, düşük kalıtım dereceli olanlarda ise düşüktür. Böyle karakterlerde seleksiyonda isabet derecesini artırabilmek için bazı çarelere başvurulur. Standardizasyon da bunlardan birisidir. Fenotipik değerlerin standardizasyonu ile, üzerinde durulan özellik açısından fenotipik varyasyonun, daha fazla genotipik olması amaçlanmaktadır. Bu durum 1.1 numaralı formülle açıklanabilir;

$$h^2 = \frac{\sigma^2_G}{\sigma^2_P} = \frac{\sigma^2_G}{\sigma^2_G + \sigma^2_E} \dots \dots \dots (1.1)$$

1.1 No lu formülde  $\sigma^2_G$  genotipik varyansı,  $\sigma^2_P$  fenotipik varyansı,  $\sigma^2_E$  çevresel varyansı göstermektedir. Görüldüğü gibi, formülün paydası küçüldükçe kalıtım derecesi büyümektedir. Bunun sağlanması için baş vurulacak yol, çevresel varyansı küçültmektir.

### 1.1. Çevre Faktörleri

Hayvanlarında verim özelliklerini etkileyen çevre faktörleri etkileri ölçülebilen (sistemik) ve etkileri ölçülemeyen çevre faktörleri (tesadüfi etkiler) olmak üzere 2 çeşittir. Sistemik çevre faktörlerine ait etki payları, çeşitli verim özelliklerine ait ferdi fenotipik değerler kullanılarak kantitatif değerler cinsinden hesaplanır. Hesaplanan bu etki paylarına, “düzeltme faktörleri” denir. İlgili etkinin fenotipte meydana getirdiği farklılık, ferdi değerlerin bu düzeltme faktörleri yardımı ile düzeltilmesi ile giderilebilir.

Etkileri, miktar ve yönleri bakımından ölçülemeyen çevre etkilerine, “mikro çevre faktörleri” veya “tesadüfi etkiler” ya da “hata unsurları” denir. Bu etkilerin, üzerinde durulan özellik bakımından popülasyonda meydana getirdiği varyans ise “tesadüfi çevresel varyans” olarak isimlendirilir. Sıcak, soğuk, rüzgar gibi iklimsel etkiler, parazitler, hastalıklar, verim özelliklerinin ölçülmesinde yapılan hatalar, sağımcının usta veya acemi olmasının etkisi, hayvanın tükettiği yem miktarının etkisi gibi faktörler bu türdendir. Bu tür çevre faktörlerinin etkileri, aşağıdaki yollarla gidilir, azaltılır;

1. Üniform çevre şartı sağlamaya çalışmak,
2. Seleksiyonda birden fazla kayıt ortalamasına göre karar vermek,
3. Familya ve döl kayıtları ortalamalarına göre seleksiyon yapmak.

Sistemantik çevre etkileri, populasyon bu faktörlere göre bir takım alt gruplara ayrılabiliriyorsa söz konusudur. Sistemantik çevre faktörlerinin önemli bir varyans unsuru sayılıp sayılamıyacağı, istatistik analizlerle belirlenebilir. Önemli olduğu belirlenen her çevre faktörünün her alt grubu için etki payları saptanabilir. Bu tür çevre etkilerinin fenotipe katkı payları, fenotipin birimi cinsinden ifade edilir. Belirlenen etki paylarının, söz konusu alt gruptaki bütün bireyler için eşit olduğu varsayılır. Böylece, her bireyin ait olduğu alt gruba göre fenotipik değeri düzeltilir. Dolayısı ile de üzerinde durulan karakter bakımından populasyondaki çevresel varyans azaltılmış ve sadece tesadüfi çevresel varyans kadar olması sağlanmış olur.

## **1.2. Standardizasyonda Ana İlkeler**

1) Islahı amaçlanan kantitatif karektere etkili olduğu varsayılan sistemantik çevre faktörlerinden kesikli varyasyon gösterenlerin etkileri, üzerinde durulan karakter bakımından populasyon ortalamasında meydana getirecekleri sapma miktarı ile, sürekli varyasyon gösterenlerin etkileri ise, kısmi regresyon [veya determinasyon ( $R^2$ )] katsayısı ile belirlenir.

2) Düzeltme, genotip dışında kalan etkileri kapsamalıdır. Çünkü, standardizasyon, fenotipik değerlerden, genotipik değerleri isabetle tahmin edebilmek için yapılır. Bu nedenle, genetik varyansı azaltacak bir düzeltmeden kaçınılmalıdır. Yani, kalıtsal özellikler için düzeltme yapılmamalıdır. İşletme, yıl ve yaş çevre faktörleri gibi bazı makro çevre faktörlerinin etkileri genotipten ayrılamaz.. Bu nedenle bu tür faktörlerin fenotipte yarattığı farklılıklar için standardizasyon yapmak doğru olmaz.

3) Islahına çalışılan populasyonun, çok çeşitli çevre faktörlerine maruz kalması, çevre faktörlerinden bazıları arasında interaksyon bulunması ihtimalini artırır. Bu durumda söz konusu çevre faktörlerinin etkilerini gerçeğe yakın olarak hesaplayıp fenotipten gidermek mümkün değildir.

Belli bir çevre faktörünün belirli bir haline maruz kalmış hayvanların o özellik bakımından hata sınırları içinde, aynı reaksiyonu göstermeleri gerekir. Bunlardan bir kaçının ötekilerden aşırı derecede farklı fenotipik değerler göstermesi halinde, genotip x çevre interaksyonundan (x) kuşulanılır. Bu nedenle, standardizasyonda dikkate alınan muhtelif çevre faktörlerinin etkileri arasında interaksyon bulunup bulunmadığı uygun istatistik metotlarla araştırılmalıdır.

-----  
(x) İki veya daha fazla genotipe ait fenotipik değerler arasındaki farkın

çevreden çevreye değişmesi, yani aynı olmaması hali “genotipx çevre interaksyonu” olarak isimlendirilir.

İnteraksiyon saptanması durumunda, çevre faktörlerinden her birinin, diğerine ait her hali için ayrı ayrı olmak üzere etki paylarını hesaplamak gerekir. Bu yapılsa bile, bütün populasyon için standartlaştırma imkanı kalmaz.

4) Dikkate alınacak çevre faktörü veya faktörlerinin önemli bir varyasyon kaynağı olup olmadığı bilinmeli veya araştırılmalıdır. Bunun için ya materyale ait bilgilerden yararlanılır veya daha önce başka populasyonlar için belirlenmiş sonuçlar, üzerinde çalışılan populasyon için de geçerli sayılır. Örneğin, cinsiyet, doğum ağırlığı için bir varyasyon kaynağıdır. Bu nedenle herhangi bir populasyon doğum ağırlığı bakımından karşılaştırılacağı zaman, önce cinsiyetin etkisi fenotipten giderilmelidir. Çünkü, burada cinsiyet, sistematik etkili bir çevre faktörü durumundadır. Daha önce yapılan araştırmalarda cinsiyetin doğum ağırlığında varyasyon meydana getirdiği saptanmış olduğundan, yapılacak çalışmada başlangıçta cinsiyetin etkisinin giderilmesi gerektiği kabul edilebilir. Ancak, çeşitli hayvan türlerinde belli verim özelliklerini etkileyen bazı çevre faktörlerinin (koyun ve sığırdaki mevsim, yıl, işletme, ana yaşı v.b. faktörler) her materyal için kolaylıkla genelleştirilebilmesi mümkün değildir. Bu nedenle önemli bir sistematik çevre faktörü sayılıp sayılmayacağı araştırılmalıdır. Özellikle gruplara ait ortalamaların karşılaştırılması söz konusu olduğu zaman, standardizasyonda dikkate alınacak çevre faktörü, mutlaka tesadüfi çevre etkilerinin dışında kabul edilebilmelidir.

Eğer dikkate alınacak çevre etkileri, üzerinde durulan özellik bakımından birbirleri ile karşılaştırılacak gruplara düzenli bir şekilde dağılıyorsa, grup ortalamaları arasındaki farklılıkta bir varyasyon yaratmaz. Bu nedenle de, bu çevre faktörü için düzeltme yapılması gerekmez. Standartlaştırma yapılmadan önce buna dikkat edilmeli ve gereksiz yere düzeltme yapılmamalıdır.

5) Standartlaştırmada, üzerinde durulan özelliği etkilemesi muhtemel çevre faktörlerinden en önemlileri (2-3’ü geçmemeli) dikkate alınmalı, diğerleri tesadüfi çevre etkileri içinde kabul edilmeli veya böyle sayılmalarını sağlamak için önlemler (etkilerin rastgele dağıtılması gibi) alınmalıdır. Çünkü, standartlaştırmada dikkate alınan

çevre faktörü sayısı arttıkça, her çevre faktörüne ait etki payının doğru olarak saptanması ihtimali azalır.

### **1.3. Makro Çevre Faktörlerinin (Kesikli ve Sürekli) Etkilerinin Hesaplanması ve Kullanımı**

Standartlaştırmada, çarpımsal (multiplikatif) ve eklemeli (aditif) olmak üzere 2 tür düzeltme faktöründen yararlanılır. Çarpımsal düzeltme faktörleri ferdi fenotipik değerler ile çarpılmak, eklemeli olanlar ise ferdi fenotipik değerlere eklenmek sureti ile kullanılır.

#### *1.3.1. Çarpımsal düzeltme faktörleri*

Bu tür düzeltme faktörleri en fazla süt sığırları için kullanılmaktadır. Buzağılamadaki yaş, laktasyon süresi, günde yapılan sağım sayısı v.b. birçok çevre faktörü için çarpımsal düzeltme faktörleri hesaplanmıştır.

##### *1.3.1.1. Ergin çağa düzeltme faktörleri*

Normal olarak bir ineğin yaşı ilerledikçe laktasyon veriminin de artması beklenir. Bu artış, “ergin çağ”(E.Ç.) olarak isimlendirilen 6-8 yaşına kadar sürer. İnek daha da yaşlandığı zaman veriminde bir miktar düşme olur. Bu nedenle, inekler, süt verimi açısından genotipik değerleri bakımından karşılaştırmadan önce, fenotipik değerlerin belli bir yaşa standardize edilmesi gerekir.

Ergin çağ verimi ineğin, benzer çevre şartlarında eğer ergin bir inek olmuş olsaydı, aynı laktasyonda ne kadar süt ve yağ vereceğini anlatır. Yani, ergin çağ verimi bir ineğin gelecekte ne kadar süt vereceğini göstermez. Bu nedenle de, fazla bir doğrulukla tahmin edilemez. Çünkü bir ineğe, ergin çağa ulaşmadan birçok şey olabileceği gibi, ergin çağa ulaşmaya kadar süt verimi üzerine etkin çevre şartlarında da değişiklikler olur. Ergin çağ verimi üzerine ise, genotip, sürü, ırk, süt ve yağ verimi, bölge ve mevsim etkilidir. Yapılan araştırmalar göstermiştir ki, her sürü için ayrı faktörler hesaplamak zor olduğu gibi, katlanılacak külfete de değmez. Farklı genotipik yapıda olan aynı ırktan muhtelif sürüler için hesaplanmış ergin çağa düzeltme faktörlerinin kullanılması, fazla hata yaratmaz. Ancak, farklı ırklar için, fazla sayıda kayıttan da yararlanarak ayrı ayrı düzeltme faktörleri hesaplanmalıdır. Çizelge 1.1, Çizelge 1.2 ve Çizelge 1.3’de sırası ile Amerikadaki muhtelif ırklar ile Türkiye’de ki Esmer sığırlar ve Jersey sığırları için hesaplanmış olan ergin çağa düzeltme faktörleri verilmiştir.

#### **Çizelge1.1. Süt verimini ergin çağ'a düzeltme**

faktörleri (x)

Buzağılama yaşı(ay)	Ocak (a)		Temmuz (a)	
	Süt	Yağ	Süt	Yağ
Brown Swiss				
22	1.47	1.43	1.66	1.62
24	1.42	1.38	1.60	1.56
28	1.34	1.29	1.50	1.46

Çizelge 1.1'in devamı

Buzağılama yaşı(ay)	Ocak (a)		Temmuz (a)	
	Süt	Yağ	Süt	Yağ
32	1.27	1.23	1.42	1.38
36	1.20	1.17	1.34	1.31
42	1.11	1.09	1.26	1.23
48	1.06	1.04	1.20	1.18
60	1.00	.98	1.13	1.11
72	0.97	0.96	1.08	1.09
90	0.95	0.95	1.08	1.08
108	0.95	0.95	1.08	1.08
Jersey				
22	1.31	1.29	1.42	1.39
24	1.26	1.25	1.37	1.34
28	1.19	1.17	1.29	1.26
32	1.14	1.11	1.24	1.21
36	1.10	1.08	1.20	1.18
42	1.05	1.03	1.16	1.14
48	1.01	1.00	1.14	1.12
60	0.98	.97	1.09	1.08
72	0.96	.96	1.07	1.07
90	0.96	.97	1.06	1.08
108	0.96	.98	1.07	1.09
Holstein				
22	1.37	1.36	1.44	1.42
24	1.32	1.31	1.39	1.37
28	1.25	1.24	1.31	1.30
32	1.19	1.18	1.25	1.25
36	1.13	1.13	1.22	1.21

42	1.07	1.07	1.16	1.16
48	1.03	1.03	1.13	1.12
60	0.98	0.98	1.08	1.08
72	0.96	0.96	1.06	1.07
90	0.97	0.97	1.07	1.08
108	0.99	1.00	1.09	1.11

(x) Norman ve ark. (1974). (a) Buzağılama ayı

Çizelge 1.2. Esmer ve Siyah Alaca Irklarda süt verimini ergin çağ'a düzeltme faktörleri

Buzağı- lama	Esmer (x)		Siyah Alaca (xx)		yaşı
	Ocak (yıl-ay)	Temmuz Ekim haziran eylül	Nisan mart	Temmuz haziran	
2-0	1.49	1.29	1.248	1.217	1.066
2-3	1.48	1.31	1.244	1.218	1.070
2-6	1.46	1.32	1.236	1.218	1.086
2-9	1.42	1.33	1.226	1.218	1.104
3-0	1.35	1.32	1.208	1.216	1.106
3-3	1.27	1.30	1.186	1.212	1.100
3-6	1.24	1.24	1.144	1.204	1.092
3-9	1.20	1.21	1.100	1.190	1.084
4-0	1.18	1.15	1.070	1.172	1.077
4-3	1.14	1.12	1.050	1.152	1.072
4-6	1.10	1.10	1.034	1.130	1.068
4-9	1.08	1.09	1.020	1.096	1.060
5-0	1.07	1.10	1.006	1.050	1.046
5-3	1.06	1.09	1.000	1.016	1.024
5-6	1.06	1.07	1.000	1.002	1.005
5-9	1.05	1.05	1.006	1.006	1.010
6-0	1.03	1.05	1.010	1.020	1.050
6-3	1.02	1.05	1.012	1.040	1.106
6-6	1.00	1.04	1.017	1.040	1.130
6-9	1.00	1.01	1.018	1.022	1.121
7-0	1.02	1.00	1.012	1.004	1.084
7-3	1.04	1.01	1.000	1.000	1.006
7-6	1.10	1.04	1.000	1.000	1.000
7-9	1.14	1.11			
8-0	1.11	1.15			



8-3	1.10	1.15
8-6	0.10	1.13
8-9	0.09	1.13
9-0	1.09	1.13

(x) Eker ve ark.(1982). (xx) Kesici ve ark. (1986)

Çizelge 1.3. Jersey Sığırlarında süt verimini ergin çağ'a düzeltme faktörleri (x)

Buzakılama yaşı (yıl-ay) Aralık.	Düzeltilme faktörleri			
	Ocak-mart	Nisan-haziran	Temmuz-Eylül	Ekim- Aralık.
2-6	1.339	1.345	1.298	1.330
2-0	1.313	1.318	1.297	1.295
3-3	1.298	1.301	1.292	1.282
3-6	1.282	1.283	1.285	1.269
3-9	1.262	1.260	1.277	1.153
4-0	1.238	1.230	1.267	1.237
4-3	1.218	1.209	1.255	1.220
4-6	1.198	1.190	1.241	1.205
4-9	1.175	1.170	1.223	1.187
5-0	1.150	1.150	1.203	1.169
5-3	1.132	1.131	1.184	1.146
5-6	1.119	1.115	1.165	1.121
5-9	1.111	1.102	1.144	1.099
6-0	1.105	1.090	1.121	1.084
6-3	1.111	1.076	1.107	1.067
6-6	1.116	1.061	1.095	1.049
6-9	1.110	1.049	1.084	1.041
7-0	1.113	1.040	1.074	1.039
7-3	1.118	1.035	1.059	1.034
7-6	1.112	1.032	1.044	1.030
7-9	1.092	1.028	1.022	1.029
8-0	1.068	1.023	1.000	1.020
8-3	1.053	1.020	1.000	1.024
8-6	1.040	1.018	1.000	1.017
8-9	1.021	1.010	1.000	1.008

9-0            1.000                    1.000                    1.000                    1.000

---

(x) Şekerden (1991).

#### 1.3.1.1.1. Uygulamalar

1) Aşağıda muhtelif özellikleri verilen 4 Siyah Alaca ineğin süt verimlerini ergin çağa standardize edip, inekleri bir defa standardize edilmemiş, bir defa da standardize edilmiş verimlerine göre sıralayınız.

İnek	Yaş (yıl)	Lak verimi (kg)	Buzağılama ayı
A	3	2684	Ekim
B	4	2820	Kasım
C	6	3443	Temmuz
D	7	3428	Nisan

**Çözüm:** A ineği, Ekim ayında buzağıladığına ve buzağılamada 3 yaşında olduğuna göre Çizelge 1.2'den 3 yaşlı ve ekim ayında buzağılayan Siyah Alaca inekler için E.Ç. düzeltme faktörü 1.208 olarak bulunur. Böylece A ineğinin standardize edilmiş verimi:  $2684 \times 1.208 = 3242.3$  kg'dır. Benzer işlemler diğer inekler için de yapılır;

B ineği:  $2820 \times 1.070 = 3017.4$  kg

C: “ :  $3443 \times 1.050 = 3615.2$  kg

D: “ :  $3428 \times 1.004 = 3441.3$  kg

İneklerin standardize edilmemiş verimlerine göre sıralanışı;  $C > D > B > A$

“ edilmiş “ ;  $C > D > A > B$  dir.

2) 3.5 yaşında olan Ocak ayında buzağılayan Esmer bir inek 4000 kg süt vermiştir. Ergin çağ verimini hesaplayınız.

Çizelge 1.2 kullanılarak;  $1.24 \times 4000 = 4960$  kg

3) 5 yaş, 6 aylık olan ve Şubatta buzağılayan bir Jersey ineği 2500 kg süt vermiştir. Ergin çağ verimini hesaplayınız.

$1.119 \times 2500 = 2797.5$  kg. (Çizelge 1.3)

4) 48 aylık yaşta olan ve temmuz ayında buzağılayan bir Esmer ırk inek bir laktasyonda 5000 kg süt ve 200 kg yağ vermiştir. Bu inek ergin yaşta olsa idi ne kadar süt ve ne kadar yağ verirdi.

Çizelge 1.1'den yararlanılır;

Süt verimi  $1.20 \times 5000 = 6000$  kg.

Yağ verimi;  $1.18 \times 200 = 236$  kg.

### 1.3.1.2. Laktasyon süresi için düzeltme faktörleri

Bir laktasyon kaydı için kabul edilen standart uzunluk 305 gündür. Bunun dayanağı şöyle açıklanabilir; İdeal bir inek yılda bir defa buzağlayabilmek için her yıl içinde 10 ay sağılıp, 2 ay kuruda kalmalıdır. İneklerin döl tutmaları gecikirse, laktasyon 305 günden daha uzun sürer. Bunun sonucunda elde edilen süt miktarı fazla olur. Bu nedenle, inekleri süt verimi bakımından genotipik olarak birbirleriyle karşılaştırırken, laktasyon verimlerini 305 gün esasına göre düzeltmek gerekir. Süt veriminin 305 güne standardize edilmesi, mevcut bütün laktasyonların seleksiyonda kullanılmasına imkan verir. Eğer ineklerin günlük süt kontrol sonuçları mevcutsa, laktasyonun ilk 305 gününde elde edilen süt miktarının alınması yeterlidir. Ancak ineklerin sadece tüm laktasyon verimi ve laktasyon süresi bilgisi mevcutsa, düzeltme faktörlerinden yararlanmak gerekir. Bu düzeltme faktörleri her ülke ve her bölge için ayrı ayrı hesaplanmalıdır. Bu faktörler her ırk, süt verimi ve yağ verimi için ayrı ayrıdır. Buzağılamadaki yaş ve sağılan gün sayısı da laktasyon verimini etkileyen faktörlerdendir.

Laktasyonun 305 günden kısa sürmesi halinde laktasyon süresi için süt verimine standardizasyon uygulanmaz. Çünkü, uygulanırsa, söz konusu çevre faktörünün etkisi ile birlikte bazı genetik etkilerin de giderilmesi söz konusu olabilir. Ancak, ölüm, hastalık ve satılma gibi genotipten kaynaklanmayan bir nedenle tamamlanmamış olan süt kayıtlarının normal laktasyon süresine düzeltilmesi gerekir. Bunun için muhtelif ülkelerde muhtelif ırklar için 305 güne düzeltme faktörleri geliştirilmiştir. Amerikadaki Brown Swiss, Jersey ve Holstein; Türkiyede yetiştirilen Siyah Alaca, Esmer ve Jersey sığırları için geliştirilen süt verimini 305 güne düzeltmede kullanılacak çarpımsal faktörleri ise sırası ile Çizelge 1.4, Çizelge 1.5, Çizelge 1.6, ve Çizelge 1.7' de verilmiştir. Çizelge 1.8'de ise, 305 günden daha uzun süren laktasyonları 305 güne göre düzeltme faktörleri görülmektedir.

Çizelge 1.4. Verim kayıtlarını 305 gün'e tamamlama faktörleri (x)

Sağılan gün sayısı	Brown Swiss		Jersey		Holstein	
	Süt	Yağ	Süt	Yağ	Süt	Yağ
30	8.28	8.37	7.65	8.22	8.32	7.99

60	4.18	4.29	3.89	4.17	4.16	4.10
90	2.85	2.94	2.68	2.85	2.82	2.82
120	2.19	2.25	2.09	2.19	2.16	2.18
150	1.79	1.84	1.73	1.79	1.77	1.79
180	1.53	1.56	1.48	1.53	1.51	1.52
210	1.33	1.36	1.31	1.34	1.32	1.34
240	1.20	1.21	1.19	1.20	1.19	1.20
270	1.09	1.01	1.08	1.09	1.08	1.09
300	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
36 Aylıktan daha büyük iken buzağılayanlar						
30	7.57	7.36	7.14	7.27	7.42	6.89
60	3.84	3.82	3.63	3.73	3.74	3.60
90	2.63	2.65	2.50	2.58	2.56	2.52
120	2.04	2.06	1.96	2.01	1.98	1.97
150	1.68	1.70	1.63	1.67	1.64	1.64
180	1.44	1.46	1.41	1.44	1.41	1.42
210	1.28	1.29	1.26	1.28	1.26	1.27
240	1.16	1.17	1.15	1.16	1.14	1.15
270	1.07	1.08	1.07	1.07	1.06	1.07
300	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01

(x) Etgen ve Reaves (1978).

Çizelge 1.5. Siyah Alaca sığırlarda süt verimini 305 gün'e düzeltme katsayıları

Buzağılama mevsimi	Sağılan gün sayısı	Buzağılamadaki yaş			
		2 yaş	3 yaş	4-5-6-7 ve 8 yaş	≥9 yaş
Kış ve ilk bahar	30	7.507	7.142	7.002	7.142
	61	3.795	3.582	3.559	3.599
	91	2.598	2.452	2.446	2.434
	122	2.007	1.917	1.898	1.870
	152	1.659	1.586	1.571	1.544
	182	1.426	1.365	1.355	1.336
	213	1.261	1.213	1.206	1.189
	243	1.137	1.107	1.105	1.097
Yaz ve son bahar	274	1.048	1.038	1.037	1.035
	30	7.789	7.463	7.276	7.114
	61	3.921	3.853	3.733	3.663
	91	2.675	2.648	2.563	2.525

122	2.051	2.037	1.979	1.958
152	1.676	1.666	1.629	1.620
182	1.427	1.422	1.497	1.395
213	1.125	1.253	1.232	1.231
243	1.133	1.133	1.118	1.118
274	1.048	1.050	1.041	1.040

(x) Kesici ve ark. (1986). Hesaplama da 3568 laktasyon verim kaydından yararlanılmıştır.

Çizelge 1.6. Esmer sığırlarda süt verimini 305 gün'e düzeltme faktörleri

Buzakılama mevsimi	Sağılan gün sayısı	Buzakılama yaşı (yıl)						
		2	3	4	5	6-7-8	≥9	
mart	30	7.30	6.99	6.93	6.92	7.21	7.15	Ocak-
	61	3.70	3.55	3.54	3.52	3.62	3.64	
	91	2.50	2.45	2.41	2.43	2.48	2.46	
	122	2.00	1.85	1.86	1.83	1.90	1.91	
	152	1.60	1.55	1.51	1.52	1.55	1.57	
	182	1.40	1.35	1.31	1.30	1.35	1.35	
	213	1.20	1.20	1.20	1.19	1.20	1.19	

Çizelge 1.6'nın devamı

Buzakılama mevsimi	Sağılan gün sayısı	Buzakılama yaşı (yıl)					
		2	3	4	5	6-7-8	≥9
	243	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.09
	274	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Nisan-haziran	30	6.80	6.30	6.37	6.58	6.65	6.45
	61	3.50	3.30	3.28	3.36	3.39	3.30
	91	2.40	2.30	2.31	2.31	2.30	2.33
	122	1.90	1.80	1.82	1.81	1.82	1.83
	152	1.60	1.50	1.51	1.51	1.53	1.54
	182	1.40	1.30	1.31	1.31	1.33	1.34
	213	1.20	1.20	1.16	1.20	1.20	1.20
	243	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
274	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	
Temmuz-eylül	30	7.00	6.31	6.58	6.69	6.21	6.60

	61	3.70	3.40	3.48	3.41	3.28	3.43
	91	2.60	2.40	2.50	2.43	2.33	2.41
	122	2.00	1.90	1.98	1.93	1.87	1.87
	152	1.70	1.60	1.62	1.63	1.56	1.57
	182	1.40	1.40	1.42	1.41	1.34	1.37
	213	1.30	1.20	1.26	1.26	1.21	1.20
	243	1.10	1.10	1.10	1.11	1.10	1.10
	274	1.10	1.00	1.02	1.10	1.02	1.02
Ekim-aralık	30	7.70	7.22	6.65	6.96	7.42	6.58
	61	3.90	3.64	3.53	3.66	3.90	3.52
	91	2.60	2.50	2.48	2.55	2.66	2.46
	122	2.00	1.94	1.97	1.92	2.27	1.92
	152	1.60	1.60	1.61	1.60	1.68	1.59
	182	1.40	1.34	1.35	1.38	1.36	1.38
	213	1.20	1.20	1.20	1.22	1.24	1.22
	243	1.10	1.10	1.10	1.10	1.12	1.10
	274	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	1.00

(x) Eker ve ark. (1982). Hesaplamada 2335 laktasyon verim kaydı kullanılmıştır.

Çizelge 1.7. Jersey sığırlarında süt verimini 305 gün'e düzeltme faktörleri (x)

mev.	Sağılan günler	Buz.						
		≤36	37-48	49-61	62-72	73-84	85-96	97≤
Oc.-mart	30	8.079	7.847	7.916	7.670	7.770	7.446	7.864
	61	4.027	3.878	3.857	3.862	3.811	3.675	3.831
	91	2.700	2.611	2.529	2.596	2.553	2.533	2.573
	122	2.059	1.992	1.925	1.961	1.953	1.941	1.956
	152	1.690	1.643	1.597	1.610	1.614	1.602	1.611
	182	1.460	1.416	1.389	1.387	1.397	1.390	1.407
	213	1.298	1.266	1.249	1.241	1.242	1.249	1.254
	243	1.175	1.157	1.145	1.140	1.146	1.147	1.151
	274	1.077	1.072	1.066	1.062	1.069	1.068	1.069
Nis.-haz.	30	6.790	6.446	6.441	6.841	6.668	6.456	7.152
	61	3.507	3.338	3.321	3.487	3.394	4.525	3.608
	91	2.486	2.379	2.358	2.447	2.379	2.324	2.485
	122	1.988	1.912	1.897	1.957	1.909	1.854	1.949
	152	1.682	1.624	1.613	1.651	1.625	1.591	1.643
	182	1.471	1.427	1.417	1.440	1.426	1.413	1.440

213	1.311	1.286	1.272	1.292	1.282	1.274	1.290	
243	1.188	1.173	1.159	1.173	1.167	1.163	1.171	
274	1.085	1.080	1.071	1.077	1.078	1.074	1.078	
Tem.-ey.	30	7.585	7.855	8.028	7.623	7.668	8.366	8.237
	61	3.925	3.999	4.063	3.892	3.828	4.090	4.079
	91	2.748	2.786	2.820	2.746	2.654	2.788	2.784
	122	2.153	2.190	2.224	2.128	2.090	2.187	2.175
	152	1.805	1.820	1.857	1.766	1.743	1.806	1.798
	182	1.557	1.570	1.592	1.526	1.506	1.554	1.541
	213	1.369	1.379	1.388	1.351	1.333	1.360	1.353
	243	1.216	1.226	1.227	1.209	1.195	1.213	1.210
	274	1.095	1.101	1.100	1.090	1.089	1.093	1.090

Çizelge 1.7'nin devamı.

mev.	Sağılan günler	Buz.						97≤
		≤36	37-48	49-61	62-72	73-84	85-96	
Ekim-ar.	30	8.931	8.253	8.053	8.239	8.228	8.359	9.035
	61	4.515	4.308	4.169	4.315	4.263	4.246	4.474
	91	3.037	2.937	2.869	2.942	2.898	2.906	2.981
	122	2.314	2.257	2.205	2.258	2.198	2.231	2.236
	152	1.860	1.831	1.810	1.829	1.786	1.808	1.803
	182	1.545	1.540	1.529	1.537	1.512	1.513	1.512
	213	1.328	1.326	1.317	1.321	1.311	1.315	1.319
	243	1.177	1.175	1.169	1.172	1.168	1.176	1.181
	274	1.076	1.074	1.071	1.072	1.069	1.074	1.080

(x) Şekerden (1991). Hesaplamada 2483 laktasyon verim kaydından yararlanılmıştır.

Çizelge 1. 8. 305 Günden uzun süren laktasyonları 305 güne göre düzeltme faktörleri (x)

Laktasyon süresi (gün)	Faktör	Laktasyon süresi (gün)	Faktör
305-308	1.00	337-340	0.92
309-312	0.99	341-344	0.91
313-316	0.98	345-348	0.90
317-320	0.97	349-352	0.89
321-324	0.96	353-356	0.88
325-328	0.95	357-360	0.87
329-332	0.94	361-364	0.86
333-336	0.93	365	0.85

(x) Akman ve Eliçin (1984).

#### 1.3.1.2.1. Uygulamalar

1) 346 günde 3800 kg süt vermiş olan bir ineğin 305 günlük süt verimi nedir.

$$3800 \times 0.90 = 3420 \text{ kg. (Çizelge 1.8)}$$

2) 3.5 yaşındaki bir Jersey ineği şubat ayında buzağılamış, buzağılamadan itibaren 182 gün sağılmış ve 2000 kg süt vermiştir. Bu ineğin standardize edilmiş 305 gün süt verimi nedir.

$$1.416 \times 2000 = 2832 \text{ kg. (Çizelge 1.7)}$$

3) Kışın doğuran 3 yaşındaki bir Siyah Alaca inek 122 günde 2200 kg süt vermiştir. Bu ineğin 305 günlük süt verimini hesaplayınız.

$$1.917 \times 2200 = 4217.4 \text{ kg. (Çizelge 1.5'den)}$$

4) Haziranda buzağılayan 7 yaşında bir Esmer inek 61 günde 1000 kg süt vermiş, daha sonra ölmüştür. Eğer ölmemiş olsaydı, 305 gün süt verimi ne olurdu.

$$3.39 \times 1000 = 3390 \text{ kg. (Çizelge 1.6)}$$

5) Dört yaşındaki Siyah Alaca bir inek kış mevsiminde buzağılamış ve 203 gün sağılmıştır. 203 günlük süt verimi 2650 kg olduğuna göre 305 günlük süt verimini hesaplayınız.

Çizelge 1.5'den; 182 gün için faktör: 1.356

213 gün için faktör: 1.206 dır.

203 gün için faktör çizelgede bulunmadığı için enterpolasyon yapmak gerekmektedir; 31 gün için (213-182) aradaki fark (1.356-1.206) 0.149 dur. Buna göre sağılan gün süresi her bir gün arttıkça faktör  $0.149/31\text{gün} = 0.0048$  küçülecektir.



203-182 = 21 gün. O halde 203 gün sağım süresi için kullanılacak faktör;  $21 \times 0.0048 = 0.1008$  olacaktır. Buna göre bu hayvanın 203 günlük süt verimi için kullanılacak faktör:

$$1.356 - 0.10080 = 1.255 \text{ tir.}$$

$$305 \text{ günlük süt verimi} = 1.255 \times 2650 = 3327 \text{ kg .}$$

### 1.3.1.3. Günde yapılan sağım sayısı için standardizasyon

Verim kayıtları genel olarak günde 2 sağım esasına göre standardize edilirler. İşletmelerin çoğunda genellikle 2 sağım uygulanması nedeni ile, genel olarak verimlerin günde yapılan sağım sayısı için düzeltilmesine gerek olmamaktadır. Ancak bazan günde 2 sağım uygulanan ineklerin verimlerinin, günde 3 veya 4 defa sağım yapılan ineklerle karşılaştırılması gerekebilir. 3 veya 4 sağım uygulanan bir sürüye ait verim kayıtlarını günde 2 sağım esasına çevirmekte kullanılan faktörler Çizelge 1.9'da verilmiştir. Bütün ırklar için hem süt, hem de yağ verimi için aynı faktörler kullanılır. Ancak faktörler, 3 ayrı yaş grubu içindir.

Çizelge 1. 9. Günde iki sağım esasına göre düzeltme faktörleri (x)

Sağılan gün sayısı	2-3 yaş		3-4 yaş		≥4 yaş	
	3X	4X (a)	3X	4X	3X	4X
26-30	0.98	.96	0.98	0.97	0.98	0.97
46-55	0.97	.94	0.97	0.95	0.97	0.96
66-75	0.95	.92	0.96	0.93	0.96	0.94
86-95	0.94	.90	0.95	0.91	0.96	0.93
106-115	0.93	.88	0.94	0.90	0.95	0.91
126-135	0.92	.87	0.93	0.88	0.94	0.90
146-155	0.91	.85	0.92	0.88	0.93	0.88
166-175	0.90	.83	0.91	0.85	0.92	0.87
186-195	0.89	.82	0.90	0.84	0.91	0.86
206-215	0.88	.80	0.89	0.83	0.90	0.85
206-235	0.87	.79	0.88	0.81	0.90	0.83
246-255	0.86	.77	0.88	0.80	0.89	0.82
226-275	0.85	.76	0.87	0.79	0.88	0.81
286-295	0.84	.74	0.86	0.78	0.87	0.80
295-305	0.83	.74	0.85	0.77	0.87	0.79

(x) Etgen ve Reaves (1978)

(a) 3X, günde 3 defa sağımı, 4X ise günde 4 defa sağımı simgelemektedir.

#### 1.3.1.3.1. Uygulamalar

1) 6 yaşlı bir inek günde 3 defa olmak üzere 150 gün sağılmış, ve 4500 kg süt vermiştir. Bu ineğin süt verimini günde 2 sağım esasına göre düzeltiniz.

Çizelge 1.9'dan;  $0.93 \times 4500 = 4185$  kg

2) Üç yaşında olan bir Esmer ırk inek haziran ayında doğurmuştur. Bulunduğu işletmede günde 4 defa sağım yapılmaktadır. Bu hayvan 213 günde 4000 kg süt verdikten sonra satılmıştır. Bu ineğin 305 günlük 2 sağım esasına göre düzeltilmiş ergin çağa süt verimini hesaplayınız.

305 gün'e düzeltme;  $1.20 \times 4000$  kg = 4800 kg (Çizelge 1.6)

Sağım sayısı “ ” ;  $0.80 \times 4800$  kg = 3840 kg (Çizelge 1.9)

Ergin çağa “ ” ;  $1.35 \times 3840$  kg = 5184 kg (Çizelge 1.2)

#### 1.3.2. Additive (Eklemeli) düzeltme Faktörleri

Eklemeli düzeltme faktörleri, hayvanların verim değerlerine eklenmek suretiyle kullanılır. Örneğin kuzuların süttten kesim ağırlıkları; cinsiyet (erkek, dişi), doğum ve büyüme şekli (tek, ikiz, ikiz doğup tek büyüyen), ananın yaşı (2 yaşlı, 3, 4,...yaşlı) gibi faktörler tarafından etkilenir. Genel olarak erkekler dişilerden, tek doğanlar ikiz doğanlardan, 3 yaşlı analardan doğanlar 2 yaşlı analardan doğanlardan daha hızlı büyürler ve dolayısı ile de bunların süttten kesim ağırlıkları fazla olur. Süttten kesim ağırlığı bakımından genotipik olarak üstün olan kuzuların isabetle seçimi için süttten kesim ağırlığının, söz konusu çevre faktörlerine göre düzeltilmesi gerekir.

Standardizasyonda aditif düzeltme faktörlerinden yararlanırken, ıslahı amaçlanan özellik birden fazla çevre faktörü tarafından etkileniyorsa, bunların etkilerinin ayrı ayrı değil, birlikte hesaplanması gerekir. Çünkü, her faktörün alt grupları içinde incelenen diğer çevre faktörlerine ait etkiler, eşit şekilde dağılmış olmayabilir. Bu durumda hesaplanacak düzeltme faktörleri doğru olmaz. Dolayısı ile de böyle durumlarda mevcut materyal çok yönlü sınıflandırılmış tablolar haline getirilir. Düzeltme faktörlerinin hesaplanmasında ve üzerinde durulan çevre faktörüne ait etkilerin genel varyanstaki paylarının bulunmasında bu tablolardan yararlanır. Eklemeli düzeltme faktörleri, En Küçük Kareler (Least

Square (Fitting Constant ) (Minimum Kareler) Metodu veya açıklanacak olan diğer yöntemler kullanılarak hesaplanabilir.

#### 1.3.2.1. En Küçük Kareler (Least Square Analysis) Metodu

Çok yönlü sınıflandırılmış tabloların analizi, Yalçın (1968)'in bildirdiğine göre ilk defa Yates (1934) tarafından geliştirilmiş, geliştirilmiştir. Daha sonra Hazel (1946) bu metodu sürekli varyasyon gösteren bağımsız değişkenleri de kapsıyacak şekilde genişletmiştir.

Makro çevre faktörlerinin bazıları kesikli (sınıflı) (cinsiyet gibi), bazıları ise sürekli (doğumda ananın yaşı, kuzunun emdiği süt gibi) varyasyon gösterir. Kesikli varyasyon gösteren makro çevre faktörlerinin etkileri incelenen özelliklerde genel ortalamadan meydana getirecekleri sapma miktarı ile, sürekli varyasyon gösterenlerin etkileri ise, kısmi regresyon katsayısı ile belirtilir. İncelenen özelliğe sadece kesikli veya sadece sürekli varyasyon gösteren çevre faktörlerinin etkili olduğu durumlar için bu metod kullanılabilir gibi, her iki çeşit çevre faktörünün birlikte etkili olduğu özellikler için de söz konusu metodun kullanılması mümkündür. Bu durumda her iki grubtan çevre faktörünün etkileri, aynı istatistik model içinde gösterilerek hesaplanma yapılır.

##### 1.3.2.1.1. Uygulamalar

1) Burada 142 adet melez kuzunun 3 aylık ağırlıkları kullanılarak En Küçük Kareler Metodunun uygulanma şekli açıklanacaktır (Yalçın, 1968).

Önce veriler Çizelge 1.10'da görüldüğü şekilde çok yönlü olarak sınıflandırılır.

Çizelge 1.10. Kuzuların 3 aylık ağırlıklarının çok yönlü olarak sınıflandırılması

Doğum ve büyü. şekli ( $t_j$ )	Gruplardaki kuzu sayısı ve toplam ağırlık	Kuzunun cinsiyeti ( $s_i$ ) Erkek ( $s_1$ ) Dişi ( $s_2$ )		Toplam
Tekler ( $T_1$ )	$\Sigma$ Sayı	13	14	27
	$\Sigma X$	930	950	1880.0
İkiz doğup ikiz büyüyenler ( $T_2$ )	$\Sigma$ Sayı	49	51	100
	$\Sigma X$	2969.5	3007	5976.5

İkiz doğup tek büyüyenler (T <sub>3</sub> )	ΣSayı	6	9	15
	ΣX	402	572.5	974.5
		-----Toplam		
ΣΣSayı	68	74	142	
	ΣΣX	4301.5	4529.5	8831

Çizelge 1.10'dan anlaşılacağı gibi, 3 aylık canlı ağırlığı etkilemesi muhtemel en önemli makro çevre faktörü olarak cinsiyet ile doğum ve büyüme şekli alınmıştır. Cinsiyetin erkek ve dişi olmak üzere 2 alt grubu, doğum ve büyüme şeklinin ise tek doğmuş, ikiz doğup ikiz büyümüş, ikiz doğup tek büyümüş olmak üzere 3 alt grubu bulunmaktadır. Materyalde kullanılan tüm analar aynı yaşta (2 yaşlı) olduğundan, ana yaşı için düzeltme faktörü hesaplamak gerekmemektedir.

Dikkate alınan 2 çevre faktörü arasında interaksiyon bulunmadığı varsayılırsa materyal, 1.2 No lu matematik modelle gösterilebilir;

$$Y_{ijk} = \mu + s_i + t_j + e_{ijk} \dots \dots \dots (1.2)$$

Burada,

$Y_{ijk}$  : Herhangibir kuzunun 3 aylık ağırlığı,

$\mu$  : Bütün kuzular (populasyon) için beklenen ortalama

$s_i$  : i. cinsiyetin etkisi (i<sub>1</sub> erkek, i<sub>2</sub> dişi),

$t_j$  : j. doğum ve büyüme şeklinin etkisi,

j<sub>1</sub>: Tek doğup tek büyümüş,

j<sub>2</sub>: İkiz doğup ikiz büyümüş,

j<sub>3</sub>: İkiz doğup tek büyümüş

$e_{ijk}$  : Her kuzunun ağırlığına ait tesadüfi hata.

En Küçük Kareler Metodu, düzeltme faktörlerinin değerlerini  $e_{ijk}$  terimlerinin toplamı (tüm fertler için toplam) en küçük olacak şekilde verir. (Yani bu formül her defasında 1 hayvan için kullanılır). 1.2 No'lu formül daha basit olarak denklem 1.3' No lu denklemdeki şekilde yazılabilir;

$$Y = \mu + S_1s_1 + S_2s_2 + T_1t_1 + T_2t_2 + T_3t_3 + e \quad (1.3)$$

Burada,

Y: Herhangibir kuzunun 3 aylık ağırlığı,

$\mu$  : Populasyon için (tüm kuzular için) beklenen ortalama,

e: Her kuzunun tahmin edilen değerine ait tesadüfi hata,

$s_1$ : Dişi

$s_2$ : Erkek

$t_1, t_2, t_3$ : Üç ayrı doğum ve büyüme şekli,

$S_1$ :  $s_1$  cinsiyetinde olanların sayısı,

$S_2$ :  $s_2$  cinsiyetinde olanların sayısı,

$T_1$ : Tek doğanların sayısı,

$T_2$ : İkiz doğup, ikiz büyüyenlerin sayısı,

$T_3$ : İkiz doğup tek büyüyenlerin sayısı.

Örneğin 1 erkek kuzu için  $s_1=1, s_2=0$  dır; dişi bir kuzu için  $S_1=0, S_2=1$  dir. Aynı şekilde  $T_1, T_2$  ve  $T_3$ 'de 1 veya 0 değerleri alır; Kuzu tek doğup tek büyümüşse  $T_1=1, T_2=0, T_3=0$  dır. Örneğin tek doğmuş erkek bir kuzunun 3 aylık ağırlığı 25 kg gelmişse, bu kuzu için 1.III no'lu denklem;

$$25 = \mu + (1)s_1 + (0)s_2 + (1)t_1 + (0)t_2 + (0)t_3 + e \dots \dots \dots (1.4)$$

Çizelge 1.10 kullanılarak 1.3 No'lu denklem, 142 kuzunun her birisi için 6.4 No'lu denklemde olduğu gibi yazılıp toplanırsa, "μ"denklemini olarak isimlendirilecek Çizelge 1.11'de gösterilen I. denklem elde edilir. Bunun gibi 142 denklemden, sadece erkeklere ait olanların toplanması ile  $s_1$  denklemi (II), sadece dişilere ait olanların toplanması ile de  $s_2$  denklemi (III) sadece tek doğmuşlara ait denklemlerin toplanması ile  $t_1$  denklemi (IV), sadece ikiz doğup tek büyümüşlere ait olanların toplanması ile  $t_2$  denklemi (V), sadece ikiz doğup ikiz büyümüşlere ait denklemlerin toplanması ile ise  $t_3$  denklemi (VI) elde edilir. Elde edilen bu 6 denklemde, görüldüğü gibi "e" terimi bulunmamaktadır. Her seferinde çok sayıda kuzuya ait e değerleri toplandığı için, bunlardan - ve + yönde olanların birbirlerini götürmeleri beklendiğinden, e=0 kabul edilmesi nedeniyledir. Zaten En Küçük Kareler Metodunun en önemli özelliği, tesadüfi hatanın en küçük olacak şekilde hesaplanmasına imkan vermesi, yani bu özelliğidir.

Çizelge 1.11. Çok yönlü sınıflandırılmış tablodan yararlanarak oluşturulan denklemler

---

$$(I) \mu \text{ (Genel)} \quad 142\mu + 68s_1 + 74s_2 + 27t_1 + 100t_2 + 15t_3 = 8831.0$$

$$\begin{aligned}
\text{(II) } s_1 \text{ (Erkekler için)} & \quad 68\mu + 68s_1 + 0s_2 + 13t_1 + 49t_2 + 6t_3 = 4301.5 \\
\text{(III) } s_2 \text{ (Dişiler için)} & \quad 74\mu + 0s_1 + 74s_2 + 14t_1 + 51t_2 + 9t_3 = 4529.5 \\
\text{(IV) } t_1 \text{ (Tek doğanlar için)} & \quad 27\mu + 13s_1 + 14s_2 + 27t_1 + 0t_2 + 0t_3 = 1880.0 \\
\text{(V) } t_2 \text{ (İkiz doğ., ikiz büy)} & \quad 100\mu + 49s_1 + 51s_2 + 0t_1 + 100t_2 + 0t_3 = 5976.5 \\
\text{(VI) } t_3 \text{ (İkiz doğ., tek büy)} & \quad 15\mu + 6s_1 + 9s_2 + 0t_1 + 0t_2 + 15t_3 = 974.5
\end{aligned}$$

-----

Denklemlerin oluşturulmasında hata yapıp yapılmadığı aşağıdaki şekillerde kontrol edilebilir;

1) 6 denklemin her birinde, her faktör grubunun (cinsiyet, doğum ve büyüme şekli) katsayıları toplamı (ayrı ayrı) o denklemin birinci terimine ait katsayıya eşittir (I. Denklemden;  $68 + 74 = 142$ ,  $27 + 100 + 15 = 142$ ; II. Denklemden;  $68 + 0 = 68$ ,  $13 + 49 + 6 = 68$ ,  $13 + 49 + 6 = 68$  v.b.)

2) Denklemler, terimlerinin katsayıları bakımından matrisin diagonal eksenini boyunca (sol üst köşeden, sağ alt köşeye doğru) simetriklerdir.

3) Denklemlerde eşitliğin sağ tarafındaki rakam her sınıftaki (genel, erkekler, dişiler, tek doğanlar,.....) kuzuların 3 ay ağırlıkları toplamıdır. Her denklem için bu rakama dahil kuzu sayısı, o denklemin ilk teriminin katsayısına eşittir. Yani,  $8831.0 \text{ kg}$ ,  $142$  kuzunun,  $4301.5 \text{ kg}$   $68$  erkek kuzunun v.b. toplam ağırlığıdır. II. ...., VI. denklemlerdeki eşitliğin sağ tarafındaki rakamların toplamı, I. denklemden eşitliğin sağ tarafındaki rakama eşittir.

Cinsiyet ile doğum ve büyüme şekli çevre faktörlerinin alt gruplarına ( $s_1$ ,  $s_2$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ) ait etki payları Çizelge 1.11'deki 6 denklemin çözülmesiyle hesaplanabilir.

Çok bilinmeyenli denklemlerin çözümünde kullanılan çeşitli yöntemler vardır. Ancak, denklem (veya bilinmeyenlerin) sayısı 5-6'yı geçince, çözüm için bilgisayar kullanımı zorunlu olmaktadır.

Çok bilinmeyenli denklemlerin çözümünde en çok Absorbsiyon Metodu ve Matris İnversonu Metotları kullanılmaktadır. Her iki Yöntemde de, çevre faktörlerinin alt gruplarına ait ortalamalar, beklenen genel ortalamadan ( $\mu$ ) ayrılıklar olarak hesaplanır ve herhangi bir çevre faktörü içindeki alt gruplara ait etki paylarının toplamı 0 kabul edilir ( $s_1 + s_2 = 0$ ,  $t_1 + t_2 + t_3 = 0$ ).

Çizelge 1.11'deki denklemlerin Absorbsiyon Metodu ile çözülmesi aşağıda gösterilmiştir.

Bu metot, yukarıdaki örnekte olduğu gibi çevre faktörlerinin etki paylarına ait katsayılar toplamı, her denklemden  $\mu$  teriminin

katsayısına eşit ise kullanılabilir. Çünkü, ancak böyle durumlarda çevre faktörlerinden herhangi birisine ait etki payları,  $\mu$  ile birlikte diğer çevre faktörlerine ait denklemlere absorbe edilebilir. Böylece daha az bilinmeyenli bir denklem grubu elde edilebilir.

Çizelge 1.11'deki denklem grubu çözüm kolaylığı için aşağıdaki gibi yazılabilir;

	$\mu$	$s_1$	$s_2$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$\Sigma Y$
(I) $\mu$ (Genel)	142+68	+ 74+27	+100	+ 15	=8831.0		
(II) $s_1$ (Erkekler için)	68 + 68	+ 0 +13	+ 49	+ 6	= 4301.5		
(III) $s_2$ (Dişiler için)	74 + 0	+74 +14	+ 51	+ 9	= 4529.5		
(IV) $t_1$ (Tek doğanlar için)	27 + 13	+ 14 +27	+ 0	+ 0	=1880.0		
(V) $t_2$ (İkiz doğ.büyüyenler)	100 + 49	+ 51 + 0	+ 100	+ 0	=5976.5		
(VI) $t_3$ (İkiz doğ.büyüyenler)	15 + 6	+ 9 + 0	+ 0	+ 15	= 974.5		

$s_1, s_2$  ve  $\mu$ 'nin  $t_j$  denklemine absorbe edilmesi;  $s_1$  ve  $s_2$  denklemlerinde (Çizelge 1.11'deki I ve II denklemleri)  $t_1, t_2$  ve  $t_3$  terimleri eşitliğin sağ tarafına geçirilip,  $s_1$  denkleminde eşitliğin her iki yanını 68'e,  $s_2$  denkleminde ise eşitliğin her iki yanını 74'e bölünerek aşağıdaki 1.5 ve 1.6 No lu denklemler elde edilir;

$$68\mu + 68s_1 + 0s_2/68 = 4301.5 - (13t_1 + 49t_2 + 6t_3)/68$$

$$68(\mu + s_1)/68 = 1/68 \times (4301.5 - 13t_1 - 49t_2 - 6t_3)$$

$$\mu + s_1 = 1/68 (4301.5 - 13t_1 - 49t_2 - 6t_3) \dots \dots \dots 1.5$$

$$74\mu + 0s_1 + 74s_2/74 = 4529.5 - (14t_1 + 51t_2 + 9t_3)/74$$

$$74(\mu + s_2)/74 = 1/74 \times (4529.5 - 14t_1 - 51t_2 - 9t_3)$$

$$\mu + s_2 = 1/74 (4529.5 - 14t_1 - 51t_2 - 9t_3) \dots \dots \dots 1.6$$

Daha sonra aşağıda gösterilecek olan 3 ayrı işlem aşamasında  $t_1, t_2$  ve  $t_3$  denklemleri elde edilir;

*I.aşama*; 1.5 numaralı denklemin her 2 tarafını  $t_1$ 'in katsayısı olan 13 ile, 1.6 numaralı denklemin her iki tarafını ise yine  $t_1$ 'in katsayısı olan 14 ile çarpılır;

$$13(\mu + s_1) = 13/68 (4301.5 - 13t_1 - 49t_2 - 6t_3)$$

$$14(\mu + s_2) = 14/74 (4529.5 - 14t_1 - 51t_2 - 9t_3)$$

$$13(\mu + s_1) : -2.485t_1 - 9.368t_2 - 1.147t_3 = -822.3$$

$$14(\mu + s_2) : -2.649t_1 - 9.649t_2 - 1.703t_3 = -856.9$$

$$+27t_1 + 0 + 0 = 1880.0$$

Çizelge 11'de  $t_1$  denklemindeki  $t_1$ ,  $t_2$  ve  $t_3$ 'ün katsayıları ve eşitliğin sağ tarafındaki rakam taraf tarafa toplandığında

$t_1$  denklemleri:  $21.8661t_1 - 19.0162t_2 - 2.8498t_3 = 200.722$  elde edilir.

2. aşama: Bu defa 1.5 No lu denklemin her iki tarafı 49, 1.6 Nolu denklemin her iki tarafı ise 51 (Çizelge 1.11'deki  $t_2$  denkleminin  $s_1$  ve  $s_2$  katsayıları) ile çarpılır ve  $t_2$  denkleminin katsayıları ile toplanır;

$$49(\mu + s_1) = 49/68 (4301.5 - 13t_1 - 49t_2 - 6t_3)$$

$$51(\mu + s_2) = 51/74 (4529.5 - 14t_1 - 51t_2 - 9t_3)$$

$$49(\mu + s_1): -9.3676 - 35.3088 - 4.3235 = -3099.610$$

$$51(\mu + s_2): -9.6486 - 335.148 - 6.2027 = -3121.682$$

$$0 + 100t_1 + 0 = 5976.5$$

toplanarak  $t_2$  denklemleri elde edilir;

$$t_2 \text{ denklemleri: } -19.0162t_1 + 29.5426t_2 - 10.526t_3 = -244.792$$

3. aşama: Bu defa 1.5 No lu denklemin her iki tarafı 6, 1.6 Nolu denklemin her iki tarafı ise 9 (Çizelge 1.11'deki  $t_3$  denkleminin  $s_1$  ve  $s_2$  katsayıları) ile çarpılır ve  $t_3$  denkleminin katsayıları ile toplanır;

$$6(\mu + s_1) = 6/68 (4301.5 - 13t_1 - 49t_2 - 6t_3)$$

$$9(\mu + s_2) = 9/74 (4529.5 - 14t_1 - 51t_2 - 9t_3)$$

$$6(\mu + s_1): -1.1471 - 4.3235 - 0.5294 = -379.544$$

$$9(\mu + s_2): -1.7027 - 6.2027 - 1.0946 = -550.885$$

$$0 + 0 + 15.0 = 974.500$$

taraf tarafa toplanarak  $t_3$  denklemleri elde edilir

$$t_3 \text{ denklemleri } -2.898t_1 - 10.526t_2 + 13.376t_3 = 44.071$$

$t_1 + t_2 + t_3 = 0$  olduğuna göre,  $t_1$  ve  $t_2$  denklemlerinde  $t_3 = -(t_1 + t_2)$  yazılabilir;

$$t_1 \text{ denklemleri: } 21.8661t_1 - 19.0162t_2 - 2.850[-(t_1 + t_2)] = 200.722$$

$$t_2 \text{ denklemleri: } -19.0162t_1 + 29.5426t_2 - 10.526[-(t_1 + t_2)] = -244.792$$



$t_1$  ve  $t_2$  denklemlerinde parantezler açılınca,  $t_1$ ' ve  $t_2$ ' denklemleri elde edilir.

$$t_1 \text{ ' denklemi: } 24.716t_1 - 16.166t_2 = 200.722$$

$$t_2 \text{ ' denklemi: } 8.490t_1 + 40.069t_2 = -244.972$$

$t_2$ ' denkleminde  $t_2$  değeri  $t_1$  cinsinden yazılabilir;

$$8.490t_1 - 244.972$$

$$t_2 = \frac{\quad}{40.069}$$

$$40.069$$

$t_2$ 'nin bu değeri,  $t_1$ ' denkleminde yerine konulduğunda,

$$t_1 = 4.786 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$t_2$ ' denkleminde  $t_1$ 'in bu hesaplanan değeri yerine konularak

$$t_2 = -5.099 \text{ elde edilir.}$$

$$t_1 + t_2 + t_3 = 0 \text{ olduğuna göre; } 4.786 + (-5.099) + t_3 = 0 \text{ yazılarak}$$

$$t_3 = 0.313 \text{ olarak hesaplanır.}$$

1.5 ve 1.6 No'lu denklemlerde  $t_1$ ,  $t_2$  ve  $t_3$ 'ün hesaplanan bu değerleri yerine konulur. Ayrıca,  $s_1 + s_2 = 0$  olduğu için aynı denklemlerde  $s_2 = -s_1$  yazılarak her 2 denklem taraf tarafa toplanır;

$$\mu + s_1 = 1/68 (4301.5 - 13 (4.786) - 49 (-5.099) - 6 (0.313))$$

$$\mu - s_1 = 1/74 (4529.5 - 14 (4.786) - 51 (-5.099) - 9 (0.313))$$

$$\mu + s_1 = 65.989$$

$$\mu - s_1 = 63.78$$

$$2\mu = 129.769 \quad \mu = 64.885 \quad \mu + s_1 = 65.989$$

$$64.885 + s_1 = 65.989$$

$$s_1 = 1.104 \text{ bulunur.}$$

$$s_2 = -s_1 \text{ olduğundan, } s_2 = -1.104 \text{ bulunur.}$$

Yukarıda bulunan etki paylarına göre erkek bir kuzunun 3 aylıkken, beklenen genel ortalamadan 1.104 kg ağır, bir dişi kuzunun ise 1.104 kg hafif olması beklenir. Bunun gibi tek doğmuş kuzuların 3 aylıkken beklenen genel ortalamadan 4.786 kg, ikiz doğup tek büyümüş olanların 0.313 kg ağır, ikiz doğup ikiz büyümüş kuzuların ise 5.099 kg hafif olması beklenir.

Bu duruma göre genel ortalamaya doğru bir düzeltme yapılmak istendiğinde kullanılacak düzeltme faktörleri yukarıdakilerin

ters işaretlisi olacaktır. Böylece cinsiyet, doğum ve büyüme şekli için düzeltme faktörleri;

$s_1 = -1.104$  kg,  $s_2 = 1.104$  kg,  $t_1 = -4.786$  kg,  $t_2 = 5.099$  kg,  $t_3 = -0.313$  kg olarak bulunmuş olur.

Örnek: 62 kg olan ikiz doğmuş bir erkek kuzunun;

3 aylık standardize edilmiş ağırlığı =  $62 + (s_1) + t_3$

$$= 62 (-1.104) + (5.099) = 65.995 \text{ kg dır.}$$

### Uygulama 2

Bir süt sığırı sürüsünde muhtelif yaşlı sığırların muhtelif vücut özelliklerine ait değerler Çizelge 1.12, 1.13 ve 1.14’de çok yönlü sınıflandırılmış olarak gösterilmiştir. Bunlardan cidago ve sırt yüksekliğini 4 yaşa düzeltmekte kullanmak üzere muhtelif çevre faktörlerinin alt gruplarına ait etki payları örnek olarak hesaplanmıştır. Diğer özellikler, konu üzerinde daha başka uygulamalar yapmaya imkan sağlamak için düzenlenmiştir.

Çizelge 1.12. Cidago yüksekliği, sırt yüksekliği, sağrı yüksekliğine ait çok yönlü sınıflandırılmış tablo.

Yaş grubu	Cidago yüksekliği (cm)			Sırt yüksekliği(cm)			Sağrı yüksekliği (cm)		
	$\sum n_4$	$\sum X$	$\bar{X}$	$\sum n_4$	$\sum X$	$\bar{X}$	$\sum n_4$	$\sum X$	$\bar{X}$
a4	3	410.5	136.8	3	402.5	134.2	3	417.0	139.0
	284.0	142.0	2	271.0	135.5	2	287.0	143.5	
	2	260.5	130.3	2	255.0	127.5	2	276.0	138.0
a7	4	532.0	133.0	4	518.5	129.6	4	565.0	141.3
a8	1	140.0	140.0	1	137.0	137.0	1	146.5	146.5

4	520.0	130.0	4	500.5	125.1	4	564.5	141.1	a <sub>9</sub>
274.5	137.3	2	267.0	133.5	2	289.0	144.5	a <sub>10</sub>	2
147.0	147.0	1	143.0	143.0	1	155.0	155.0	a <sub>12</sub>	1
19		19			19			$\Sigma\Sigma N$	
$\Sigma\Sigma X$	2568.5		2494.5			2700.0			

Çizelge 1.13. Göğüs çevresi, ön göğüs genişliği ve incik çevresine ait çok yönlü sınıflandırılmış tablo.

Yaş grubu	Göğüs genişliği (cm)			Ön göğüs genişliği (cm)			İncik çevresi (cm)		
	$\Sigma n_4$	$\Sigma X$	$\bar{X}$	$\Sigma n_4$	$\Sigma X$	$\bar{X}$	$\Sigma n_4$	$\Sigma X$	$\bar{X}$
a <sub>4</sub>	3	514	171.3	3	106.5	35.5	3	53.7	17.9
2	373	186.5	2	77	38.5	2	36.3	18.6	a <sub>5</sub>
2	352.5	176.3	2	70.5	35.3	2	34.0	17.0	a <sub>6</sub>
a <sub>7</sub>	4	727	181.8	4	149.5	37.4	4	73.5	18.4
a <sub>8</sub>	1	199	199.0	1	46.0	46.0	1	18.6	18.6
a <sub>9</sub>	4	754	188.5	4	160.0	40.0	4	72.7	18.7

a <sub>10</sub>	2	378	189.0	2	77.0	38.5	2	36.0	18.0	1
193	193.0	1	40.0	40.0	1	20.0	20.0	a <sub>12</sub>		
$\Sigma\Sigma N$	19			19			19			
$\Sigma\Sigma X$	3490.5				726.5			344.8		

Çizelge 1.14. Kuyruk sokumu yüksekliği, vücut uzunluğu, göğüs derinliğine ait çok yönlü sınıflandırılmış tablo.

Yaş grubu	Kuyruk sokumu yüksekliği (cm)			Vücut uzunluğu (cm)			Göğüs derinliği (cm)			
	$\Sigma n_4$	$\Sigma X$	$\bar{X}$	$\Sigma n_4$	$\Sigma X$	$\bar{X}$	$\Sigma n_4$	$\Sigma X$	$\bar{X}$	
a <sub>4</sub>	3	421.5	140.5	3	296.3	143.5	3	190.2	63.4	2
285.5	142.75	2	286.0	143.0	2	135.5	67.75	a <sub>5</sub>		
273.0	136.5	2	281.0	140.5	2	129.0	64.5	a <sub>6</sub>	2	
a <sub>7</sub>	4	560.5	140.1	4	574.5	143.6	4	264.0	66.0	
a <sub>8</sub>	1	141.5	141.5	1	144.0	144.0	1	71.0	71.0	
a <sub>9</sub>	4	555.5	138.9	4	588.7	147.2	4	266.2	66.6	2
280.2	140.1	2	282.0	141.0	2	136.2	68.1	a <sub>10</sub>		

151.0	151.0	1	160.0	160.0	1	73.0	73.0	a <sub>12</sub>	1
-----									
ΣΣN	19			19			19		
ΣΣX	2668.7			2612.33			1265.1		
-----									

*Cidago yüksekliği için etki paylarının hesaplanması (Çizelge 1.12)*

$$\begin{aligned} \text{Genel } 19\mu + 3a_4 + 2a_5 + 2a_6 + 4a_7 + 1a_8 + 4a_9 + 2a_{10} + 1a_{12} &= 2568.5 \\ 3\mu + 3a_4 &= 410.5 = 3(\mu + a_4) = 410.5 \quad 3(\mu + a_4)/3 = 410.5/3 \quad \mu + a_4 = 136.83 \quad (1) \\ 2\mu + 2a_5 &= 284 \quad \mu + a_5 = 142.0 \quad (2) \\ 2\mu + 2a_6 &= 260.5 \quad \mu + a_6 = 130.25 \quad (3) \\ 4\mu + 4a_7 &= 532 \quad \mu + a_7 = 133.0 \quad (4) \\ 1\mu + 1a_8 &= 140 \quad \mu + a_8 = 140.0 \quad (5) \\ 4\mu + 4a_9 &= 520 \quad \mu + a_9 = 130.0 \quad (6) \\ 2\mu + 2a_{10} &= 274.5 \quad \mu + a_{10} = 137.25 \quad (7) \\ 1\mu + 1a_{12} &= 147 \quad \mu + a_{12} = 147.0 \quad (8) \end{aligned}$$

$$8\mu (a_4 + a_5 + a_6 + a_7 + a_8 + a_9 + a_{10} + a_{12}) = 1096.33$$

$a_4 + a_5 + a_6 + a_7 + a_8 + a_9 + a_{10} + a_{12} = 0$  olduğuna göre;

$$\mu = \frac{1096.33}{8} = 137.04$$

$\mu$ 'nün bu değerini yukarıdaki 8 denklemde ayrı ayrı yerine koyalım;

$$\begin{aligned} 137.04 + a_4 &= 136.83 & a_4 &= - 0.21 \\ 137.04 + a_5 &= 142 & a_5 &= + 4.96 \\ 137.04 + a_6 &= 130.25 & a_6 &= - 6.79 \\ 137.04 + a_7 &= 133.0 & a_7 &= - 4.04 \\ 137.04 + a_8 &= 140.0 & a_8 &= + 2.96 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
137.04 + a_9 &= 130.0 & a_9 &= - 7.04 \\
137.04 + a_{10} &= 137.25 & a_{10} &= + 0.21 \\
137.04 + a_{12} &= 147.0 & a_{12} &= + 9.96
\end{aligned}$$

Hepsi 4 yaşa standardize edilmek istenirse; her yaş için hesaplanan etki payları  $a_4$  değerinden çıkarılır;

$$\begin{aligned}
a_4 - a_4 &= - 0.21 - (- 0.21) = 0 \\
a_4 - a_5 &= -0.21 - (4.96) = - 5.17 \\
a_4 - a_6 &= -0.21 - (-6.79) = + 6.59 \\
a_4 - a_7 &= - 0.21 - (-4.04) = + 3.83 \\
a_4 - a_8 &= -0.21 - (2.96) = - 3.17 \\
a_4 - a_9 &= - 0.21 - (- 7.04) = + 6.83 \\
a_4 - a_{10} &= - 0.21 - (0.21) = 0.42 \\
a_4 - a_{12} &= - 0.21 - (9.96) = - 10.17
\end{aligned}$$

*Sırt yüksekliği (Çizelge 1.12)*

$$\begin{aligned}
\text{Genel } 19\mu + 3a_4 + 2a_5 + 2a_6 + 4a_7 + 1a_8 + 4a_9 + 2a_{10} + 1a_{12} &= 2494.5 \\
3\mu + 3a_4 &= 410.5 = 3(\mu + a_4) = 402.5 & 3(\mu + a_4)/3 &= 402.5/3 & \mu + a_4 &= 134.1. (1) \\
2\mu + 2a_5 &= 271 & \mu + a_5 &= 135.5. \dots (2) \\
2\mu + 2a_6 &= 255 & \mu + a_6 &= 127.5. \dots (3) \\
4\mu + 4a_7 &= 518.5 & \mu + a_7 &= 129.6. \dots (4) \\
1\mu + 1a_8 &= 138 & \mu + a_8 &= 137. \dots (5) \\
4\mu + 4a_9 &= 500.5 & \mu + a_9 &= 125.1. \dots (6) \\
2\mu + 2a_{10} &= 267 & \mu + a_{10} &= 133.5. \dots (7) \\
1\mu + 1a_{12} &= 143 & \mu + a_{12} &= 143. \dots (8)
\end{aligned}$$

$$8\mu ( a_4 + a_5 + a_6 + a_7 + a_8 + a_9 + a_{10} + a_{12}) = 971.5$$

$a_4 + a_5 + a_6 + a_7 + a_8 + a_9 + a_{10} + a_{12} = 0$  olduğuna göre;

$$\mu = \frac{971.5}{8} = 133.16$$

$\mu$ 'nün bu değerini yukarıdaki 8 denklemde ayrı ayrı yerine koyalım;

$$\begin{aligned}
133.16 + a_4 &= 134.1 & a_4 &= 0.94 \\
133.16 + a_5 &= 135.5 & a_5 &= +2.34 \\
133.16 + a_6 &= 127.55 & a_6 &= - 5.66 \\
133.16 + a_7 &= 129.6 & a_7 &= - 3.56 \\
133.16 + a_8 &= 137.0 & a_8 &= + 3.84 \\
133.16 + a_9 &= 125.12 & a_9 &= - 8.04 \\
133.16 + a_{10} &= 133.5 & a_{10} &= + 0.34 \\
133.16 + a_{12} &= 143.0 & a_{12} &= + 9.84
\end{aligned}$$

Hepsi 4 yaşa standardize edilmek istenirse; her yaş için hesaplanan etki payları a<sub>4</sub> değerinden çıkarılır;

$$a_{4-a_4} = 0.94 - (0.94) = 0$$

$$a_{4-a_5} = 0.94 - (2.34) = -1.3$$

$$a_{4-a_6} = 0.94 - (-5.66) = +6.5$$

$$a_{4-a_7} = 0.94 - (-3.56) = +4.4$$

$$a_{4-a_8} = 0.94 - (3.84) = -2.8$$

$$a_{4-a_9} = 0.94 - (-8.04) = +8.9$$

$$a_{4-a_{10}} = 0.94 - (0.34) = +0.5$$

$$a_{4-a_{12}} = 0.94 - (9.84) = -8.8$$

*İncelenen çevre faktörlerinin genel varyanstaki toplam payı ve bu paya ait önem kontrolü:* Bu kontrol, varyans analizi tekniğinden yararlanarak yapılır;

Söz konusu varyans analizini oluşturacak elemanlar;

Serbeslik dereceleri (S.D.)

Genel S.D.: Toplam fert sayısı (n) - 1

n: Toplam veri sayısı

Dikkate alınan çevre faktörleri arası S.D (m): Her çevre faktörüne ait S.D. lerin toplamı

Hata S.D. = n - m - 1

Kareler toplamı

Genel K.T.

Çevre faktörleri arası K.T.: Dikkate alınan çevre faktörlerine ait K.T.

Hata K.T.: Çevre faktörlerinin giderilmesinden sonra kalan K.T.

Söylenenler 1.3.2.1.1'de 1. Uygulamaya uyarlanarak aşağıdaki varyans analizi (Çizelge 1.15) oluşturulabilir.

Çizelge 1.15. Varyans analizi

Varyasyon kaynağı	S.D.	K.T.	K.O	F
Genel	141	7030	-	
Çev.faktörleri arası	3(x)	2318.7	722.9	21.17**
Hata	138	4711.3	34.14	

P<0.01

F değerinin istatistik olarak önemli ( $P < 0.01$ ) bulunması, dikkate alınan çevre faktörlerinin 3 aylık canlı ağırlıkta önemli varyasyon yarattığını göstermektedir.

*Dikkate alınan çevre faktörleri arasında interaksiyon olup*

*olmadığının kontrolü:* 1.2 No lu model ( $Y_{ijk} = \mu + s_i + t_j + e_{ijk}$ )

yazılırken, cinsiyet ile doğum ve büyüme şekli arasında interaksiyon bulunmadığı varsayılmıştır. Bu varsayımın doğru olup olmadığı 2 yönlü

olarak düzenlenmiş olan Çizelge 16'dan ( $s_i \times t_j$  çizelgesi) yararlanarak kontrol edilebilir.

Çizelge 1.16. Kuzunun cinsiyeti ( $s_i$ ) ile doğum ve büyüme şekli ( $t_j$ ) arasında interaksiyon bulunup bulunmadığının kontrolü

Doğum ve büyüme şekli ( $t_j$ )	Kuzunun cinsiyeti	
	Erkek ( $s_1$ )	Dişi ( $s_2$ )
<b>Tek (<math>T_1</math>)</b>		
Fert sayısı (n)	13	14
Gözlenen ort.(x)	71.538 ( $\sum x / \sum n = 930 / 13$ )	67.857 (950/14)
Beklenen ort.	70.775 ( $64.885 + s_1 + t_1$ )	68.567
Fark (D)	+ 0.763	- 0.710
D <sup>2</sup>	+ 0.582	0.504
<b>İkiz (<math>T_2</math>)</b>		
Fert sayısı (n)	49	51
Gözlenen ort.	60.602 (2969.5/49)	58.961
Beklenen ortalama	60.890	58.682
Fark (D)	- 0.288	+ 0.279
D <sup>2</sup>	0.083	+ 0.078
<b>İkiz-tek (<math>T_3</math>)</b>		
Fert sayısı (n)	6	9
Gözlenen ort.	67.000	3.611
Beklenen ortalama	66.308	64.094
Fark (D)	+ 0.698	- 0.483
D <sup>2</sup>	0.487	0.233

Çizelge 1.16'da gösterilen "gözlenen ortalamalar" konunun başında verilen çok yönlü sınıflandırılmış tablodaki (Çizelge 1.10) toplam ağırlıkların, bu ağırlıkları meydana getiren kuzu sayısına



bölünmesi ile bulunmuşlardır. Beklenen ortalama ise, daha önce hesaplanmış olan genel beklenen ortalama ( $\mu$ ) ile çevre faktörlerinin etki payları yardımı ile hesaplanabilir;

Beklenen ortalama;

“Tek erkek” bölümü için  $=\mu+s_1+t_1 = 64.885 + 1.104 + 4.786 = 70.775$

“ İkiz erkek “  $= \mu + s_1 + t_2 = 64.885 + 1.104 + (-5.099)$

v.b.

Her bölüm için gözlenen ve beklenen ortalamalar arasındaki farkın karesi alınıp, bunlar bu bölümdeki fert sayısı ile çarpıldıktan sonra, mevcut 6 bölüm için bulunan değerler toplanır. Böylece; interaksiyon kareler toplamı ( $IKT = \sum nD^2 = 27.687$ ) elde edilir.

$IKT = (13 \times 0.582) + (49 \times 0.083) + (6 \times 0.487) + (14 \times 0.504) + (51 \times 0.078) +$

$(9 \times 0.233) = 27.687$

$S.D. = S.D (s_i) \times S.D (t_j) 1 \times 2 = 2$

Daha önce bulunmuş olan hata kareler toplamının (Çizelge 1.15) da kullanılmasıyla, interaksiyonun mevcut olup olmadığına dair önem kontrolü Çizelge 1.17’deki şekilde yapılır;

Çizelge 17. Varyans analizi

Varyasyon kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.
İnteraksiyon ( $s_i \times t_j$ )	2	27.68	13.84
Hata	138	4711.3	34.14

$F = \text{İnteraksiyon K.O} / \text{Hata K.O} = 13.84 / 34.14 = 0.405$

Buradan, dikkate alınan çevre faktörleri arasında istatistik olarak önemli düzeyde interaksiyon bulunmadığı anlaşılmaktadır.

İnteraksiyon önemli bulursa idi, 1.2 No lu model, aşağıda görüldüğü gibi  $r_{ij}$  ile gösterilen bir de interaksiyon teriminin eklenmesi gerekirdi;

$Y_{ijk} = \mu + s_i + t_j + e_{ijk} + r_{ij} \dots \dots \dots 1.7$

Bu modele göre Çizelge 1.11’deki 6 denkleme, 6 denklem daha ilave edilmiş olacaktır. İkidenden fazla çevre faktörü üzerinde duruluyorsa, 2

yönlü sınıflandırılmış tablolar oluşturularak, ikişer ikişer bunlar arasında interaksiyon araştırılabilir. Ya da, üçlü interaksiyonla incelenebilir.

#### *1.3.2.2. Alt gruplar içi mukayeseler*

Bu yöntemde fenotipik değerlere herhangi bir standardizasyon uygulanmaz. İslahı amaçlanan materyal makro çevre etkileri bakımından birtakım alt gruplara ayrılır. Herbir alt gruptaki bireylerin, o özellik bakımından fenotipik değerleri, kendi alt grupları içinde birbirleri ile karşılaştırılır. Genetik ıslah çalışmalarında çevre etkisinin giderilmesinde kullanılabilir en basit metot budur. Bu yöntemde alt gruplar içinde fenotipik değerlerin büyüklüklerine göre sıralanmasını, sadece tesadüfi hataların yön ve büyüklükleri belirler. Bu sıralanışa, sistematik çevre etkilerinin bu sıralanışa herhangi bir katkısı yoktur.

#### *Olumsuz yönleri:*

a) Bu yöntem, farklı alt gruplardan bireylerin fenotipik değerleri bakımından birarada karşılaştırmasına imkan vermemektedir. Oysa, özelliği etkileyen tüm çevre şartlarında elde edilen verimlerin birarada ele alınması, seleksiyonun başarısını artırır. Kitle seleksiyonu (mass selection) uygulansa bile, yine de buna ihtiyaç vardır. Çünkü, herhangi bir alt grupta damızlık dışı bırakılan bir hayvanın, bir başka grupta damızlığa seçilenlerden, genetik yapı bakımından üstün olması mümkün olabilir.

b) Genetik ıslahta mümkün olduğunca fazla sayıda bireyin birarada sıralama ve seçme işlemine tabi tutulması istenir. Halbuki anlatılan yöntemde populasyon çevre faktörlerine göre birtakım alt gruplara ayrılmakta ve her alt grup içinde, diğerlerinden bağımsız olarak seleksiyon uygulanmaktadır. Bu nedenle bu yöntemde ancak az sayıda bireye ait fenotipik değerler karşılaştırılabilir. Bu ise, popülasyonda mevcut seleksiyon potansiyelinden gereği gibi yararlanmayı engeller. Özellikle, dikkate alınması gerekli sistematik çevre faktörleri ve halleri fazla, buna karşılık popülasyondaki birey sayısı az ise, bu sakınca daha da artar.

c) Öz ve üvey kardeş familyaları gibi bazı akraba gruplara ait ortalamaların hesaplanması ve karşılaştırılmaları istenildiğinde, fenotipik değerlerin birlikte ele alınmaları sorun yaratır.

Yukarıdaki olumsuz yönleri nedeni ile aşağıdaki durumların mevcudiyeti halinde bu yöntemin kullanılabilirliği söylenebilir;

- 1) Hesaplama olanakları çok sınırlı,
- 2) Sistematik çevre etkilerini giderebilmek için güvenilir bir düzeltme imkanı yok,
- 3) Genetik ıslahta sadece bireysel karşılaştırmalarla yetiniliyor,

4)İslahı amaçlanan sürüyü oluşturan bireyler sayıca fazla, buna karşın dikkate alınacak sistematik çevre faktörleri ve alt grupları sayısı az. Bu 3 durum mevcut değilse, fenotipik değerlerin çevre etkilerine göre düzeltilmesi yoluna başvurulmalıdır.

#### 1.3.2.3. Alt grup ortalamalarından ayrılışlar

Bu yöntemde materyal, dikkate alınan sistematik çevre faktörlerine göre, çok yönlü bir sınıflandırma ile alt gruplara ayrılır. Herbir alt grubun ortalaması hesaplanır. Bireylerin, ait oldukları alt grup ortalamalarından uzaklıkları (+ veya -), söz konusu sistematik çevre etkilerine göre düzeltilmiş fenotipik değerler olarak kabul edilir.

Hayvan yetiştiriciliğinde sistematik çevre etkilerinin bu yöntemle giderilmesine oldukça yaygın olarak baş vurulmaktadır. Örneğin sığır yetiştiriciliğinde verim yılları, buzağılama mevsimi, sürü (bakım ve besleme) v.b. bazı önemli sistematik çevre etkilerinin giderilmesinde yıl-mevsim-sürü ortalamasından uzaklıklar, düzeltilmiş fenotipik değerler olarak kullanılır. Bu yöntemde, alt grup ortalamaları arasındaki farklılıkların, tamamen sistematik çevre etkilerine atfedilmeleri gerekir. Alt gruplar arasındaki farklılığa neden olabilecek diğer genetik ve çevresel etkilerin bulunmadığı, eğer varsa, bu etkilerin alt gruplara rastgele dağılmış oldukları kabul edilir.

Yapılan açıklamalardan anlaşılacağı gibi bu yöntem, hesaplama imkanlarının çok sınırlı olduğu hallerde bile, kolaylıkla uygulanacak niteliktedir. Sistematik çevre faktörlerine ait etkiler arasında bir interaksiyon bulunması halinde bile, bu yöntemin uygulanmasında sakınca yoktur. Güvenilir sonuç alabilmek için sistematik çevre faktörlerine göre sınıflandırma yapılırken aşağıdaki kurallara uyulmalıdır;

- 1)Alt gruplar arasında genetik farklılıklar meydana gelmemelidir,
- 2)Sistematik çevre faktörleri dışında kalan etkiler, alt gruplara rastgele dağılmış olmalıdır,
- 3)Herbir alt grupta mevcut birey sayısı çok fazla olmalıdır.

Ancak bu şartlar sağlandığı takdirde alt gruplar içindeki tesadüfi hataların toplamı ( $e_{ijk}$ ) sıfır kabul edilebilir. Yöntemin güvenle uygulanabilmesi için alt gruplarda bulunması gereken asgari birey sayısının ne olduğu hakkında, kesin bir şey söylenemez. Ancak, alt gruplarda mümkün olduğu kadar fazla birey bulunması, genel kuraldır.

Uygulamada bu yöntemin en sakıncalı yanı, işaret hatalarından doğabilecek yanlışlıklardır. Bireylerin standardize edilmiş fenotipik değerlerini, ait oldukları alt grup ortalamalarından ayrılışlar olarak ifade ederken, belirlenen değerlerin işaretine büyük titizlik

gösterilmelidir. Hatta, bütün ayrılışları pozitif kılacak şekilde düzeltme yapılmalıdır. Bunun için hesaplanan fenotipik değer, belli büyüklükteki bir C sayısı ile toplanabilir. Ancak bu amaçla kullanılacak sabit C sayısının, bütün hesaplanan fenotipik değerleri (alt grup ortalamalarından ayrılışlar) pozitif kılacak büyüklükte ve yuvarlak bir rakam (10, 100, 1000 gibi) seçilmesi gerekir. Böyle bir işlem, seleksiyondaki isabeti herhangi bir şekilde etkilemez. Ancak, artık popülasyonda düzeltilmiş verimlerin ortalaması sıfır değil (x), kullanılan sabit C sayısı olur. Böyle bir işlem nedeniyle standart sapma v.b. diğer istatistik tahminler de değişmez.

(x) Alt grup ortalamalarından ayrılışlar toplamı sıfırdır.

#### 1.3.2.3.1. Uygulamalar

1) Pedigrili bir sığır sürüsünde laktasyon veriminin ıslahı amacı ile seleksiyon uygulanmaktadır. Laktasyon verimleri belirlenen ineklerin buzağılama mevsimlerine ve laktasyon sıralarına dağılışları ve alt grup ortalamaları Çizelge 1.18'deki gibidir. Aşağıda buzağılama mevsimi, laktasyon sırası ve 305 gün süt verimi verilen 4 ineğin laktasyon 305 gün verimlerini Çizelge 18'i kullanarak her iki çevre faktörü için standardize ediniz ve inekleri 305-gün süt verimleri açısından damızlık değerlerine göre sıralayınız;

Çizelge 1.18. 305-Gün süt veriminin, verim mevsimlerine ve laktasyon sıralarına dağılışı (kg)

Buzağılama mevsimi (x)	Laktasyon sırası		
	1	2	3
I	n=30 $\bar{X}=4500$	n=24 $\bar{X}=5500$	n=20 $\bar{X}=6000$
II	n=25 $\bar{X}=4000$	n=20 $\bar{X}=5000$	n=18 $\bar{X}=5600$
III	n=14 $\bar{X}=3800$	n=16 $\bar{X}=4200$	n=16 $\bar{X}=4800$
IV	n=10 $\bar{X}=4200$	n=9 $\bar{X}=4600$	n=14 $\bar{X}=3000$

(x) I: Aralık-Şubat, II: Mart- Mayıs, III: Haziran-Ağustos  
IV: Eylül-Kasım

İnek No	Buzağılama mevsimi	Laktasyon sırası	305 gün süt verimi (kg)
1	IV	2	5000
2	III	1	7000
3	I	3	4900
4	I	3	6500

Çözüm:

Alt grup ortalamasından ayrılışlar aşağıdaki şekilde hesaplanır;

1. inek:  $5000 - 4600 = + 400$  kg
2. inek:  $7000 - 3800 = +3200$  kg
3. inek:  $4900 - 6000 = -1100$  kg
4. inek:  $6500 - 6000 = + 500$  kg

Sıralama:  $2 > 4 > 1 > 3$

2) Aşağıda 350 adet erkek ve dişi kuzunun anne yaşına göre doğum ağırlığı ortalamaları (gr) hesaplanmış ve çok yönlü sınıflandırılmış Çizelge 1.19 oluşturulmuştur. “Alt grup ortalamalarından ayrılışlar” Yöntemini kullanarak materyale dahil aşağıda doğum ağırlığı, anne yaşı ve cinsiyeti verilen kuzuları, standardize edilmiş doğum ağırlıklarına göre damızlık seçimi için sıralayınız.

Kuzu	Cinsiyet (x)	Anne yaşı	Doğum ağırlığı (gr)
1	E	2	5000
2	E	2	3000
3	D	2	3000
4	E	3	4100
5	E	4	4900
6	D	4	4000
7	D	2	3400
8	D	3	3800

(x) E erkeği, D dişiyi göstermektedir.

Çizelge 1.19. Erkek ve dişi 350 kuzunun doğum ağırlığı ortalamaları (gr)

Anne yaşı	Cinsiyet	
	Erkek	Dişi
2	n= 80 $\bar{X}=4000$	n= 85 $\bar{X}=3500$
3	n=50 $\bar{X}=4200$	n= 48 $\bar{X}=3900$
4	n=45 $\bar{X}=4500$	n=42 $\bar{X}=4100$

Çözüm:

Kuzu

No

1	$5000 - 4000 = + 1000$
2	$3000 - 4000 = - 1000$
3	$3000 - 3500 = - 500$
4	$4100 - 4200 = - 100$
5	$4900 - 4500 = + 400$
6	$4000 - 4100 = - 100$
7	$3400 - 3500 = - 100$
8	$3800 - 3900 = - 100$

Sıralama: 1>5>4 =6=7=8>3>2

#### 1.3.2.4. Standart normal değişkene çevirme yöntemi

Bu yöntem, alt grup ortalamalarından olan ayrılışların, o alt gruba ait standart sapma cinsinden ifade edilmesinden ibarettir. Bilindiği gibi ortalaması  $m$  ve standart sapması  $\sigma$  olan normal dağılış gösteren bir populasyonda varyantların ( $X$  değerleri) populasyon ortalamasından uzaklıkları standart sapma cinsinden aşığıdaki şekilde ifade edilir;

$$z = \frac{(X-m)}{\sigma} \dots \dots \dots 1.8$$

Burada;

$X$ : Bir varyantın değeridir,

$m$ : Populasyon ortalaması

$\sigma$ : popullasyonun standart sapması

$z$ :  $X$  varyantının populasyon ortalamasından olan uzaklığının standart sapma cinsinden değeridir.

1.8 No lu formül ile elde edilen  $z$  değerleri, ortalaması sıfır ( $m=0$ ), standart sapması da 1 ( $\sigma= 1$ ) olan  $N(0, 1)$  şeklinde normal bir dağılış gösterirler. Bu dağılışa istatistikte “standart normal dağılış”,  $z$  değerlerine de “standart normal değişken” denir. İstenildiği takdirde aşığıda verilen 1.9 No lu formül ile orijinal  $X$  değerleri kolaylıkla hesaplanabilir.

$$X= m + \sigma \cdot Z \dots \dots \dots 1.9$$

Yukarıdaki anlatılanlardan, normal dağılış gösteren populasyonlarda, bireylerin populasyon ortalamasına göre durumlarının 1) ortalamadan ayrılışın büyüklüğüne, 2) populasyonda mevcut varyans düzeyine bağlı olarak değiştii anlaşılmaktadır. O halde, “alt grup ortalamalarından ayrılışlar” diye isimlendirilen bundan önce verilen yöntemde, fenotipik değerlerden çevre etkileri giderilirken, prensip olarak; alt grup ortalamaları da, birbirinden önemli derecede farketmemelidir. Aksi takdirde alt grupların varyansları arasındaki farklılıkların da dikkate alınması gerekir. Ancak, böyle yapıldığı takdirde düzeltme işlemindeki isabet artırılabilir. Çünkü, bireylerin üzerinde çalışılan kantitatif karakterler bakımından birbirlerine göre olan durumları alt grup ortalamalarından ayrılışların büyüklüğünden başka, o alt gruptaki varyansın düzeyine bağlı olarak da değişebilmektedir. Alt grup içindeki varyans küçüldükçe, bireye ait fenotipik değerin, o alt grup ortalamasından ayrılışına verilecek önem derecesi yükselir. Bunu belirtebilmek için, alt grup ortalamalarından ayrılışların standart sapma cinsinden ifade

edilmesi yeterlidir. Bu nedenle 1.10 No lu formül kullanılır. Böylece düzeltme sırasında alt gruplarda varyansların farklılığından doğabilecek hatalar ortadan kalkar.

$$Z = \frac{(X_{ijk} - \bar{X}_{ij})}{S_{ij}} \dots\dots\dots 1.10$$

Burada;

z: Alt grup ortalamalarından ayrılışların standart sapma cinsinden değeri

X<sub>ijk</sub>: A çevresinin i. alt grubu ve B çevresinin j. alt grubundaki bireye ait değer

$\bar{X}_{ij}$ : Bireyin dahil olduğu alt grup ortalaması

S<sub>ij</sub>: Bireyin ait olduğu alt gruba ait standart sapma

1.10 No lu formül, basit olarak 1.11 No lu denklem gibi yazılabilir;

$$z = \frac{X - m}{\sigma} \dots\dots\dots 1.11$$

Alt gruba ait standart sapma ise, 1.12 No lu formül ile hesaplanır.

$$S(\sigma) = SX \cdot \sqrt{n} \dots\dots\dots 1.12$$

Burada n, alt gruptaki birey sayısı, SX ise ortalamasının standart hatasıdır.

Yapılacak işlem; her alt gruptaki hayvanların fenotipik değerlerinin, kendi alt grup ortalamalarından ayrılışını bulmak ve bunu o alt grubun standart sapması cinsinden hesaplamaktan ibarettir. Ancak düzeltme ile ilgili işlemler sonunda bulunan rakamların doğru işaretlenmiş olması önemli hatalara neden olunmaması için büyük önem taşımaktadır.

Bu yöntemle göre, düzeltilen fenotipik değerlerin birimi yoktur. Gerçek fenotipik değerlerin tanımlanmasında kullanılan birimden (gr, cm v.b.), alt grup ortalamalarının büyüklüğü ne olursa olsun, bu yöntem ile saptanan değerler etkilenmez. Böylece, birbirinden farklı karakterler bakımından bile fenotipik değerler, her bir karakter için ayrı ayrı bireysel seleksiyon üstünlükleri, genel ve standart bir ölçü ile



ifade edilebilmektedir. Bu özelliği de yönleme, özellikle birden fazla karakter bakımından yapılacak seleksiyon çalışmalarında geniş ölçüde yararlanma özelliği kazandırmaktadır.

Alt grup ortalamalarından ayrılışların ve buna bağlı olarak da düzeltilmiş fenotipik değerlerin bazıları pozitif, bazıları da negatif olacaklardır. İşlemler sırasında işaret hatalarından doğabilecek aksaklıkların büyük önemi vardır. Bu gibi hataları önlemek için düzeltilmiş fenotipik değerlerin 1.13 No lu formülle hesaplanması yoluna gidilmelidir;

$$Z = \frac{(X_{ijk} - X_{ij})}{S_{ij}} \times 100 + 1000. \dots \dots \dots 1.13$$

Bu yapıldığı takdirde saptanacak bütün düzeltilmiş fenotipik değerler mutlaka pozitif olacaklardır. Çünkü, normal dağılımda varyantların % 99'u popülasyon ortalamasından yaklaşık olarak, ancak  $\pm 3\sigma$  kadar uzaklıktadır. Bu nedenle yukarıdaki uygulama ile bulunacak değer, daima 1000 den daha küçüktür ve bu düzeltilmiş fenotipik değerler ortalaması 1000, standart sapması 100 olan  $N(1000, 100)$  normal bir dağılım gösterirler.

#### 1.3.2.4.1. Uygulamalar

- 1) Bir koyun sürüsünde muhtelif yaşlı annelerden ikiz ve tek doğmuş erkek ve dişi kuzuların doğum ağırlıkları bilinmektedir. Doğum ağırlığını, seleksiyonda kullanmak üzere anne yaşı, cinsiyet ve doğum şekline göre standardize etmek için verilerin çok yönlü olarak sınıflandırıldığı Çizelge 1.20 oluşturulmuştur. Bu sürüdeki hayvanların ortalama doğum ağırlıklarını standart normal dağılıma çevirme metodunu kullanarak standardize ediniz.

Çizelge 1.20 . Kuzularının ortalama doğum ağırlıklarına ait çok yönlü sınıflandırılmış tablo

Annenin tipi	doğumdaki yaşı (yıl)	Erkek kuzular		Dişi kuzular		Doğum
		n	$\bar{X} \pm SX$	n	$\bar{X} \pm SX$	
TEK	2	142	4.32 $\pm$ 0.06	157	4.22 $\pm$ 0.05	
	3	94	4.76 $\pm$ 0.07	92	4.52 $\pm$ 0.07	
	4	61	5.08 $\pm$ 0.09	59	4.78 $\pm$ 0.09	

	5	39	4.85 ± 0.15	39	4.59 ± 0.11
	6+	34	5.13 ± 0.11	23	4.97 ± 0.11
	Genel	370	4.69 ± 0.04	370	4.47 ± 0.04
-----					
İKİZ	2	92	3.57 ± 0.07	95	3.33 ± 0.07
	3	152	3.95 ± 0.05	141	3.69 ± 0.05
	4	148	4.20 ± 0.05	154	3.99 ± 0.04
	5	113	4.29 ± 0.06	99	4.07 ± 0.06
	6+	56	4.15 ± 0.08	63	3.98 ± 0.08
	Genel	561	4.04 ± 0.03	552	3.81 ± 0.03

Çözümler:

Tüm çözümlerde 1.11, 1.12 ve 1.13 No lu formüller kullanılacaktır.

a) Bu sürüden 2 yaşlı annelerden tek doğmuş ve doğum ağırlıkları 4 kg olan bir erkek ve 5 kg olan bir dişi kuzunun cinsiyet, doğum tipi ve anne yaşına göre standardize edilmiş doğum ağırlıklarını standart normal dağılıma çevirme yöntemi ile hesaplayınız.

Çözüm:

$$1. \text{ kuzu için: } S(\sigma) = 0.06 \sqrt{142} = 0.714$$

$$Z_1 = 4.00 - 4.32 / 0.714 = -0.448 \text{ veya } Z_1 = -0.448 \times 100 + 1000 = 955.2$$

$$2. \text{ kuzu için } S(\sigma) = 0.05 \sqrt{157} = 0.626$$

$$Z_2 = 5.0 - 4.22 / 0.626 = 1.24 \text{ veya } Z_2 = 1.24 \times 100 + 1000 = 1124$$

b) 4 yaşlı annelerden ikiz doğmuş ve doğum ağırlıkları 3.5 ile 4.5 kg olan dişi 2 kuzunun doğum tipi ve anne yaşına göre doğum ağırlıklarını standartlaştırınız.

Çözüm

$$S(\sigma) = 0.04 \times \sqrt{154} = 0.496$$

$$Z_1 = \frac{3.5 - 3.99}{0.496} = -0.987 \text{ veya } Z_1 = -0.987 \times 100 + 1000 = 901.3$$

$$Z_2 = \frac{4.5 - 3.99}{0.496} = 1.028 \text{ veya } Z_2 = 1.028 \times 100 + 1000 = 1028$$

- c) 3 yaşlı annelerden tek doğmuş ve doğum ağırlığı 4.5, 5.5 ve 6 kg olan 3 erkek kuzunun doğum tipi ve anne yaşına göre doğum ağırlıklarını standartlaştırınız.

Çözüm:

$$\text{Alt gruba ait standart sapma } S(\sigma) = 0.07 \times \sqrt{94} = 0.67$$

$$Z_1 = \frac{4.5 - 4.76}{0.678} = -0.383 \quad \text{veya } Z_1 = -0.383 \times 100 + 1000 = 961.7$$

$$Z_2 = \frac{5.5 - 4.76}{0.678} = 1.091 \quad \text{veya } Z_2 = 1.091 \times 100 + 1000 = 1109.1$$

$$Z_3 = \frac{6 - 4.76}{0.678} = 1.826 \quad \text{veya } Z_3 = 1.826 \times 100 + 1000 = 1182.6$$

- d) İki yaşlı annelerden ikiz doğmuş 4 kg ağırlığında dişi kuzunun doğum ağırlığı ile, yine 2 yaşlı annelerden tek doğmuş 3.7 kg ağırlığındaki dişi kuzunun doğum ağırlığını standardize ediniz.

Çözüm

$$S(\sigma) = 0.07 \sqrt{95} = 0.682$$

$$Z_1 = \frac{4 - 3.33}{0.682} = 0.982 \quad \text{veya } Z_1 = 0.982 \times 100 + 1000 = 1098.2$$

$$S(\sigma) = 0.05 \sqrt{157} = 0.627$$

$$Z_2 = \frac{3.7 - 4.22}{0.627} = -0.829 \quad \text{veya } Z_2 = -0.829 \times 100 + 1000 = 917.1$$

- e) 5 yaşlı annelerden doğmuş ve doğum ağırlıkları 4 kg ile 3.9 kg olan ikiz dişi kuzular ile 5 yaşındaki bir anneden doğmuş ve doğum ağırlığı 4.5 kg olan dişi kuzunun cinsiyet, doğum tipi ve anne yaşına göre doğum ağırlıklarını standartlaştırınız.

Çözüm

$$Z_1 = \frac{4.0 - 4.07}{\text{---}} = -0.1173 \quad \text{veya } Z_1 = -0.1173 \times 100 + 1000 = 988.27$$

$$Z_2 = \frac{0.06 \cdot \sqrt{99}}{3.9 - 4.07} = -0.285 \text{ veya } Z_2 = -0.285 \times 100 + 1000 = 971.5$$

$$Z_3 = \frac{4.50 - 4.59}{0.11 \cdot \sqrt{39}} = -0.131 \text{ veya } Z_3 = -0.131 \times 100 + 1000 = 986.9$$

- f) 3 yaşlı anneden tek doğmuş ve doğum ağırlığı 5.28 kg olan dişi kuzu ile 2 yaşlı anneden doğmuş 4.25 kg ve 3.60 kg ağırlığındaki ikiz erkek kuzuların, cinsiyet, doğum tipi ve anne yaşına göre doğum ağırlıklarını standartlaştırınız.

Çözüm

$$Z_1 = \frac{5.28 - 4.52}{0.07 \cdot \sqrt{92}} = 1.133 \text{ veya } Z_1 = 1.133 \times 100 + 1000 = 1113.3$$

$$Z_2 = \frac{4.25 - 3.57}{0.07 \cdot \sqrt{92}} = 1.013 \text{ veya } Z_2 = 1.013 \times 100 + 1000 = 1101.3$$

$$Z_3 = \frac{3.60 - 3.57}{0.07 \cdot \sqrt{92}} = 0.045 \text{ veya } Z_3 = 0.045 \times 100 + 1000 = 1004.5$$

- g) 6 yaşlı annelerden doğmuş ve doğum ağırlığı 4.89 kg olan erkek kuzu ile aynı yaştaki anneden doğmuş 5.02 kg ve 4.90 kg ağırlığındaki ikiz erkek kuzuların cinsiyet, doğum tipi ve anne yaşına göre doğum ağırlıklarını standartlaştırınız.

Çözüm

$$Z_1 = \frac{4.89 - 5.13}{0.11 \cdot \sqrt{34}} = -0.374 \text{ veya } Z_1 = -0.374 \times 100 + 1000 = 962.6$$

$$Z_2 = \frac{5.02 - 4.15}{0.11 \cdot \sqrt{34}} = 1.452 \text{ veya } Z_2 = 1.452 \times 100 + 1000 = 1145.2$$

$$0.08 \cdot \sqrt{56}$$

$$4.90-4.15$$

$$Z_3 = \frac{4.90-4.15}{0.08 \cdot \sqrt{56}} = 1.252 \text{ veya } Z_3 = 1.252 \times 100 + 1000 = 125.2$$

$$0.8 \cdot \sqrt{56}$$

2) Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fakültesi Hayvancılık tesislerinde 29.01.1992 - 17.02.1993 periyodunda doğan kuzuların kırkım sonuçlarına ait bilgi (kirli yapağı verimi) Çizelge 1.21'de verilmiştir. Buna göre 2 yaşlı olup, 2950 gr. kirli yapağı veren bir dişi ile 1 yaşlı olup, kirli yapağı verimi 1150 gr. olan bir erkek koyunun kırkım yaşı ve cinsiyete göre kirli yapağı verimlerini standart normal değişkene çevirme yöntemi ile standartlaştırınız.

Çizelge 1.21. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Hayvancılık Tesislerindeki Karayaka kuzularına ait kirli yapağı verimi (gr)

Kırkılan hayvanın yaşı (gün)	Dişi			Erkek		
	n	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	S	n	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	S
≤ 360 (1)	54	1059.81±0.56	4.085	58	1168.97±1.20	9.1
361-540(2)	22	1778.91±23.4	109.59	-	-	-
541-720(3)	4	2212.5	0	-	-	-
721-900 (4)	9	2366.67±0.004	0.011	-	-	-
900> (5)	22	2095.91±0.0009	0.004	-	-	-

Çözüm

$$2950-1778.91$$

$$Z_1 = \frac{2950-1778.91}{23.4 \cdot \sqrt{22}} = +10.68 \text{ veya } Z_1 = 10.68 \times 100 + 1000 = 2068.8$$

$$23.4 \cdot \sqrt{22}$$

$$1150-1168.97$$

$$Z_2 = \frac{1150-1168.97}{9.1} = -2.08 \text{ veya } Z_2 = -2.08 \times 100 + 1000 = 792$$

$$9.1$$

3) Karaköy Tarım İşletmesi Jersey sürüsünde 1992 yılında buzağılayan ineklerin buzağılama mevsimi ve laktasyon sırasına

göre sınıflandırılmış laktasyon verimleri Çizelge 1.22'de verilmiştir. 1. laktasyon sırasında olan ve Mart ayında buzağılayan bir ineğin laktasyon verimi 2000 kg dır. Laktasyon verimini, standart değışkене çevirme yöntemi ile standartlaştırınız.

Çizelge 1.22. Karaköy Tarım İşletmesi Jersey sürüsünde 1992 yılında buzağılayan ineklerin buzağılama mevsimi ve laktasyon sırasına göre sınıflandırılmış laktasyon verimleri

Laktasyon sırası	Buzağılama mevsimi							
	Aralık-Şubat		Mart-Mayıs		Haziran-Ağus.		Eylül-Kasım	
	n	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	n	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	n	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	n	$\bar{X} \pm S\bar{X}$
1	50	2200±150	48	2300±180	30	2000±200	40	2200±50
2	40	2500±145	36	3000± 70	20	2300±150	38	2600±60
3	35	2900±185	35	3200±110	20	2600±300	30	2800±90
4	35	3000±100	30	3500± 95	20	3000±100	20	3200±130

Çözüm:

$$S = 180 \sqrt{48} = 1247$$

$$2000 - 2300$$

$$Z = \frac{2000 - 2300}{1247} = -0.240 \text{ veya } Z = -0.240 \times 100 + 1000 = 976$$

#### 1.3.2.5. Tartılı ortalama fark (TOF) yöntemi

Bu yöntemde, düzeltme faktörleri saptanır ve fenotipik değerler, standart kabul edilen çevre koşullarında elde edilmiş değerlere dönüştürülür.

Bu metod, standardizasyonda dikkate alınan herbir çevre faktörünün hallerinden standart kabul edilen birine ait etki payı ile, aynı çevre faktörünün diğer halleri arasındaki ortalama farkın, materyalden tahmin edilmesi ve fenotipik değerlerin, bu farklara göre standartlaştırılması esasına dayanmaktadır. Standartlaştırma, bireyin ait olduğu alt grup dikkate alınarak, uygun tartılı ortalama farkların (TOF), bireylerin fenotipik değeri ile toplanmasından ibarettir.

Yöntemin uygulanabilmesi, her şeyden önce sistematik faktörlere ait etki payları arasında interaksyonun bulunmamasını ve

ayrı ayrı etkilerin birbirleriyle toplanabilir nitelikte olmasını gerektirmektedir. Çünkü, interaksyon bulunması halinde, alt grup ortalamaları arasındaki farklar, standart olarak seçilen çevre ile diğerinin etki payları arasındaki farklardan başka interaksyon etkilerini de kapsar. İnteraksyonun dikkate alınmayıp, bu farkların birleştirilerek tartılı ortalama farkın hesaplanması ise, doğru değildir.

Yöntem, hesaplama olanaklarının çok sınırlı olduğu hallerde bile, kolaylıkla uygulanabilecek özelliktedir. Özellikle elektronik hesaplama olanaklarından yararlanarak çevre faktörlerine ait etki paylarının saptanması imkanı bulunmadığı hallerde, bu yöntemle güvenle başvurulabilir.

Yöntemin diğer bir özelliği de, düzeltme faktörlerinin hesaplanmasında kullanılan materyale zamanla yeni bilgilerin eklenmesi durumunda, bu bilgilerin öncekilerle birleştirme imkanının olmasıdır. Ancak, böyle bir uygulama için şüphesiz ki, yeni bilgilerin bir öncekilerle toplanabilir nitelikte olması ve önemli interaksyonların bulunmaması gerekir.

#### 1.3.2.5.1. Uygulamalar

1) O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Hayvancılık Tesislerinde bulunan Karayaka ırkı koyun sürüsünün (158 erkek + 111 dişi) 9-14/5/1993 tarihleri arasında yapılan 1993 yılı kırkım sonuçlarını kırkımdaki yaşa ve cinsiyete göre standardize ediniz.

#### Çözüm

Yöntemin esasına göre önce, her sistematik çevre faktörü kendi içinde standart olarak seçilenle, o çevre faktörünün diğer halleri arasındaki tartılı ortalama farkları hesaplamak gerekmektedir. Bu nedenle önce yetiştirme kayıtlarından Çizelge 1. 23 oluşturulur. Daha sonra her çevre faktörü için, o çevre faktörünün hallerinden bir tanesi standart kabul edilerek ayrı ayrı tablolar oluşturulup, her çevre faktörü için tartılı ortalama fark (TOF) hesaplanır.

Çizelge 1.23. Karayaka sürsünün kırkım sonuçları (gr)

Kırkım yaş grubu (x)	Dişi		Erkek	
	n	$\bar{X}$	n	$\bar{X}$
1	31	1057.419	23	1104.348
2	23	1063.043	35	1211.429
3	22	1778.636		
4	4	2212.500		
5	9	2366.667		

6 22 2095.909

(x) 1:  $\geq 180$  gün, 2: 181-360 gün, 3: 361-540 gün,  
4: 541-720 gün, 5: 721-900 gün, 6:  $>900$  gün

a) Cinsiyet

Çizelge 1.23'deki rakamlardan yararlanarak erkek kuzularla dişilerin yapağı verimleri arasındaki tartılı ortalama farkın, cinsiyet dışındaki diğer çevre etkileri bakımından benzer koşullardaki alt grup ortalamalarından hesaplanma şekli Çizelge 1.24'de gösterilmiştir. Çizelgelerde, standart kabul edilecek alt hale ait ortalama  $X_1$  olarak alınır.

Çizelge 1.24. Dişi (standart) ve erkek kuzuların kirli yapağı verimleri arasındaki tartılı ortalama fark (gr) (x)

Ortalamalar (kg)		Birey sayıları		Fark		
Dişi	Erkek	Dişi	Erkek	$d = \bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$w = \frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}$	w.d
$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$n_1$	$n_2$	(gr)	$n_1 + n_2$	
1057.4	1104.3	31	23	- 46.93	13.20	-619.951
1063.0	1211.4	23	35	-148.38	13.87	- 2059.443
1778.6	-	22	-	-	-	-
2212.5	-	4	-	-	-	-
2366.7	-	9	-	-	-	-
2095.9	-	22	-	-	-	-

$$\Sigma w = 27.083 \quad \Sigma w.d = - 2679.08$$

Böylece erkek yapağı veriminin dişiden olan tartılı ortalama farkı;

$$\text{TOF (Dişi-Erkek)} = \frac{- 2679.08}{27.083} = - 98.922 \text{ gr. dır.}$$

b) Kırkım yaşı;

Kırkım yaşına göre standartlaştırmada kullanılacak tartılı ortalama farklar Çizelge 1.25, 1.26, 1.27, 1.28 ve 1.29'da verilmiştir. Çizelgelerde bildirilen değerler, 2 yaş yapağı verimi standart alınarak yapılmıştır.



Çizelge 1.25. İki ( standart) ve Bir yaşlı koyunların yapağı ağırlıkları arasındaki tartılı ortalama fark (gr)

Ortalamalar (kg)		Birey sayıları		Fark		
2 yaşlı	1 yaşlı	2 yaşlı	1 yaşlı	$\bar{d} = \bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$w = \frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}$	$w \cdot d$
$(\bar{X}_1)$	$(\bar{X}_2)$	$n_1$	$n_2$			
1211.4	1104.3	35	23	107.081	13.879	1486.177
1063.0	1057.4	23	31	5.624	13.204	74.259
				$\Sigma w = 27.083$	$\Sigma wd = 1560.436$	

1 yaşlıların kırkım ağırlığının 2 yaşlılardan olan farkı;

$$\text{TOF}(2 \text{ yaşlı} - 1 \text{ yaşlı}) = \frac{1560.436}{27.083} = 57.617 \text{ gr.}$$

Çizelge 1.26. İki (standart) ve üç yaşlı koyunların yapağı ağırlıkları arasındaki tartılı ortalama fark (gr)

Ortalamalar(kg)		Birey sayıları		Fark		
2 yaşlı	3 yaşlı	2 yaşlı	3 yaşlı	$d = \bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$w = \frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}$	$w \cdot d$
$(\bar{X}_1)$	$(\bar{X}_2)$	$n_1$	$n_2$			
1211.4	-	35	-	-	-	-
1063.0	1778.6	23	22	-715.54	11.24	- 8046.12

3 yaşlıların kırkım ağırlığının 2 yaşlıların kırkım ağırlığından olan farkı;

$$- 8046.12$$

$$\text{TOF (2 yaş-3 yaş)} = \frac{\text{-----}}{11.24} = - 715.593 \text{ gr.}$$

Çizelge 1.27. İki (standart) ve dört yaşlı koyunların yapağı ağırlıkları arasındaki tartılı ortalama fark (gr)

Ortalamalar (kg)		Birey sayıları		Fark			
2 yaşlı	4 yaşlı	2 yaşlı	4 yaşlı	$d = \bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$w = \frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}$		w.d
$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$n_1$	$n_2$				
1211.4	-	35	-	-	-	-	-
1063.0	2212.5	23	4	- 1149.45	3.407	-3916.668	

4 yaş yapağı kırkım ağırlığı ile, 2 yaş yapağı kırkım ağırlığı arasındaki fark;

$$\text{TOF (2 yaş- 4 yaş)} = \frac{- 3916.668}{3.407} = - 1149.457 \text{ gr.}$$

Çizelge 1.28. İki ( standart) ve beş yaşlı koyunların yapağı ağırlıkları arasındaki tartılı ortalama fark (gr)

Ortalamalar (kg)		Birey sayıları		Fark			
2 yaşlı	5 yaşlı	2 yaşlı	5 yaşlı	$d = \bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$w = \frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}$		w.d
$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$n_1$	$n_2$				
1211.4		35	-	-	-	-	-
1063.0	2366.7	23	9	-1303.62	6.469	-8432.818	

5 yaş yapağı kırkım ağırlığı ile 2 yaşlıların kırkım ağırlığı arasındaki fark;

$$\text{TOF (2 yaş-5 yaş)} = \frac{-8432.818}{6.469} = - 1303.624 \text{ gr.}$$

6.469

Çizelge 1.29. İki ( standart) ve altı yaşlı koyunların yapağı ağırlıkları arasındaki tartılı ortalama fark (gr)

Ortalamalar (kg)		Birey sayıları		Fark		
2 yaşlı	6 yaşlı	2 yaşlı	6 yaşlı	$d = \bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$w = \frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}$	$w \cdot d$
$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$n_1$	$n_2$			
1211.4		35	-	-	-	-
1063.0	2095.9	23	22	-1032.87	11.24	-11614.0

yaşlıların yapağı kırkım ağırlığı ile 2 yaşlılarındaki arasındaki fark;

$$\text{TOF (2 yaş-6 yaş)} = \frac{-11614.0}{11.24} = -1032.866$$

Muhtelif alt gruplardan koyunların yapağı ağırlıklarının standartlaştırılmasında kullanılacak düzeltme faktörleri aşağıdaki şekilde hesaplanarak Çizelge 1.30'da topluca gösterilmiştir.

Yaş grubu	Cinsiyet	Etki payları	Düzeltilme faktörü
1	Erkek	(+57.617) + (- 98.922)	= - 41.305
2	Erkek	0 + (- 98.922)	= - 98.922
1	Dişi	(+57.617) + 0	= + 57.617
2	Dişi	STANDART	0
3	Dişi	( -715.59) + 0	= - 715.59
4	Dişi	( -1149.457) + 0	= - 1149.457
5	Dişi	( -1303.624) + 0	= - 1303.624
6	Dişi	( -1032.866)+ 0	= - 1032.866

Çizelge 1.30. Muhtelif alt gruplardan koyunların yapağı

ağırlıklarının standartlaştırılmasında kullanılacak  
düzeltme faktörleri

Kırkım yaşı grubu (x)	Erkek	Dişi
1	-41.305	+57.617
2	-98.922	STANDART
3	-	-715.59
4	-	-1149.457
5	-	-1303.624
6	-	-1032.866

(x) 1:  $\geq 180$  gün, 2: 181-360 gün, 3: 361-540 gün, 4: 541-720 gün,  
5: 721-900 gün, 6:  $>900$  gün

Çizelge 1.30 esas alınarak, sürüdeki tüm koyunlara ait yapağı verimleri cinsiyet ve kırkım yaşına göre standardize edilir. Her çevre faktörünün standart kabul edilen alt grubundaki fenotipik değerlere standardizasyon uygulanmaz.

Çizelge 1.30 daki düzeltme faktörlerini kullanarak Ondokuz Mayıs Üniversitesi Karayaka sürüsünden Çizelge 1.31’de haklarında kırkım sonuçları ile ilgili bazı bilgiler verilen 10 koyuna ait 2. kırkım yaşı grubuna ve dişi cinsiyete göre standardize edilmiş yapağı verimleri aşağıda örnek olarak hesaplanmıştır;

Çizelge 1.31. Standardize edilmiş yapağı ağırlıklarının

hesaplanması

Kulak No	Cins	Kırkım yaşı grubu (x)	Standardize edilmemiş yapağı ağırlığı (gr)	Standardize edilmiş yapağı ağırlığı (gr)
1	Erkek	1	1300	1350 +(-98.922) =1251.1
2	“	2	1300	1300+(-98.922) =1201.1
3	“	1	850	850+(-41.305) = 808.7
4	Dişi	1	2500	2500+(+57.617) =2557.6
5	“	2	2000	2000
6	“	2	950	950
7	“	3	2000	2000+(-715.59) =1284.4
8	“	4	2050	2050+(-1149.457)=900.5
9	“	4	1900	1900+(-1149.457)=750.5
10	“	5	2800	2800+(-1303.624)=1496.3

------(x) 1:  
≥180 gün, 2: 181-360 gün, 3: 361-540 gün, 4: 541-720 gün,  
5: 721-900 gün, 6: >900 gün

Standardize edilmiş yapağı verimlerine göre 10 koyun şöyle şekilde sıralanabilir; 4>5>10>7>1>2>6>8>3>9

## 2.GRUP İÇİ KORELASYON VE TEKRARLANMA DERECELERİ

Bir hayvanın hayatı boyunca vereceği potansiyel verimi “gerçek verim kaabiliyeti” olarak isimlendirilir. Ancak bir hayvanın gerçek verim kaabiliyeti, sabit çevrenin (x) ve genotipin etkisi altında

olup, bu etkiler ayrı ayrı hesaplanamamaktadır. Bu nedenle, her ikisinin etkisini birlikte kapsayan tekrarlanma derecesi geliştirilmiştir. Tekrarlanma derecesi (repeatability), aynı hayvanın çeşitli dönemlerde tespit edilen verimleri (fenotipik değerleri) arasındaki benzerlik derecesi olup, bir dönemdeki verimin, ileriki dönemlerde ne derece tekrarlanacağını gösterir.

Tekrarlanma derecesi, grup içi korelasyon katsayısı ile varyans analizinden yararlanarak hesaplanmaktadır. Grup içi korelasyon katsayısı, birbirleri ile ilişkisi olan ünitelerin toplandıkları gruplardan oluşan bir popülasyonda, aynı gruplardaki ünitelerin birbirlerine benzerlik derecesini belirten bir ölçüdür.

Tekrarlanma derecesi hesaplanmadan önce, üzerinde durulan verime ait fenotipik değerlerin sürüdeki en az 2 dönem verimi bilinen hayvanlara ait verim değerleri, önemli çevre faktörlerine göre standardize edilmelidir. Grup içi korelasyon katsayısını hesaplamakta aşağıdaki formül kullanılır;

$$r = \frac{\sigma^2_{ara}}{\sigma^2_T} \dots \dots \dots 2.1$$

$$\sigma^2_T = \sigma^2_{ara} + \sigma^2_{iç} \dots \dots \dots 2.2.$$

Formüllerde;

r: Grup içi fenotipik korelasyon katsayısı (benzerlik derecesi)

$\sigma^2_{ara}$ : Verim grupları arası varyans,

$\sigma^2_{iç}$ : Verim grupları içi varyans

$\sigma^2_T$ : Toplam varyans.

$\sigma^2_{iç}$  ve  $\sigma^2_{ara}$ , materyalden varyans analizi tekniği ile tahmin edilir. Grup içi korelasyon katsayısının standart hatası ise aşağıdaki formül ile hesaplanır (Düzgüneş, 1976).

(x) Bir hayvanın bütün dönemlerdeki verimlerini aynı ölçüde (sabit olarak) etkileyen, böylece hayvanın dönemler ortalamasını, öteki hayvanların ortalamalarından farklılaştıran çevre faktörleridir.

$$S_r = \frac{(1-r)(1+(no-1)r)}{\sqrt{\frac{1}{2}(no-1)no(k-1)}} \dots \dots \dots 2.3$$

$$1 \quad n_1^2+n_2^2+\dots+n_n^2$$

$$no = \frac{\sum n}{k-1} \dots \dots \dots .2.4$$

Formüllerde;

r: Grup içi korelasyon katsayısı

no: Her bir verim grubundaki ortalama veri sayısı

k: Verim grubu sayısı

k: Verim grubu sayısı,

n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub>, ...n<sub>n</sub>: Her bir verim grubundaki verim sayısı

## 2.1. Uygulamalar

1) Çizelge 2.1’de 5 koyunun muhtelif yıllardaki standardize edilmiş yapağı verimleri gösterilmiştir. Yapağı veriminin bu sürü için tekrarlanma derecesi aşağıdaki şekilde hesaplanır.

Çizelge 2.1. Beş koyunun muhtelif yıllardaki yapağı verimi

Verim grupları	Fertlere ait fenotipik değerler (X)					n	ΣX
1	2.9	3.0	2.0	3.1		4	11.0
2	1.8	2.0	2.2			3	6.0
3	1.5	2.6	2.7			3	6.8
4	2.0	1.9	2.5	2.0	2.3	5	10.7
5	2.4	2.6	2.7	2.5	3.0	5	13.2
<b>TOPLAM</b>						<b>20</b>	<b>47.7</b>

Çizelge 2.1’deki değerler kullanılarak genel, gruplar arası ve gruplar içi kareler toplamları, ve serbestlik dereceleri aşağıdaki şekilde hesaplanarak varyans analizi tablosu düzenlenir. .

$$\text{Düzeltilme terimi (D.T.)} = \frac{(\sum X)^2}{\sum n} \dots \dots \dots .2.5$$

$$\text{Düzeltilme terimi (D.T.)} = \frac{(47.7)^2}{20} = 113.76$$

$$\text{Genel Kar. Top.} = X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_n^2 - \text{D.T.} \dots \dots \dots .2.6$$

$$\text{Genel Kar. Top.} = 2.9^2 + \dots + 3.0^2 - \text{D.T.} = 117.68 - 113.76 = 3.92$$

$$\text{Gr.lar ar.K.T.} = \frac{(\Sigma X_1)^2}{\Sigma n_1} + \frac{(\Sigma X_2)^2}{\Sigma n_2} + \dots + \frac{(\Sigma X_n)^2}{\Sigma n_n} - \text{D.T.} \dots 2.7$$

$$\text{Gr.lar ar.K.T.} = \frac{(11)^2}{4} + \frac{(6)^2}{3} + \dots + \frac{(13.3)^2}{5} - 113.76$$

$$\text{Gr.İçi K.T.} = \text{Genel K.T.} - \text{Gr.ara.K.T.} \dots \dots \dots 2.8$$

$$\text{Gr.İçi K.T.} = 3.92 - 1.63 = 2.29$$

Variyasyon kaynakları	S.D.	K.T.	K.O	Variyans unsurları
Genel	19	3.92	-	
V.Grupları arası	4	1.63	0.4075	$\sigma^2_{iç} + \text{no. } \sigma^2_{\text{ara}}$
V.Grupları içi (Hata)	15	2.29	0.152	$\sigma^2_{iç}$

$$0.4075 = \sigma^2_{iç} + \text{no. } \sigma^2_{\text{ara}}$$

Her grupta eşit sayıda veri bulunmadığı için 2.4 No lu formül kullanılarak ortalama bir n değeri (no) hesaplanır;

$$\text{no} = \frac{1}{5-1} (20 - \frac{4^2+3^2+3^2+5^2+5^2}{20}) = 1.90 \quad \text{bulunur.}$$

$$0.4075 = 0.152 + 1.90. \sigma^2_{\text{ara}}$$

$$\sigma^2_{\text{ara}} = 0.4075 - 0.152/1.90 = 0.134$$

2.1 No lu formülde bilinenler yerleştirilir;

$$r = 0.134 / (0.134 + 0.152) = 0.468 \quad \text{bulunur.}$$

2.4 No lu formül kullanılarak Sr hesaplanır;

$$\text{Sr} = \frac{(1-0.468) (1+(1.90 - 1)(0.468))}{\sqrt{\frac{1}{2} (1.90)(1.90 - 1)(5-1)}} = 0.408$$

O halde tekrarlanma derecesi =  $0.468 \pm 0.408$  dir.



- 2) Çizelge 2.2’de 5 sığırın muhtelif laktasyon sıralarındaki süt verimleri verilmiştir. Süt veriminin tekrarlanma derecesini hesaplayınız.

Çizelge 2.2. Beş sığırın muhtelif laktasyon sıralarındaki süt verimleri

Kulak No	Laktasyon süt verimi (kg)				n	Σ X	(Σ X) <sup>2</sup> /n	Σ X <sup>2</sup>
	1	2	3	4				
1	4200	4600	4400		3	13200	58080000	58160000
2	3100	3300	3000		3	9400	29453333	29500000
3	4600	4400			2	9000	40500000	40520000
4	3800	3700	4400	4500	4	16400	67240000	67740000
5	3100	3500			2	6600	21780000	21860000
TOPLAM					14	54600	217053333	2177780000

Çözüm

$$\text{Genel K.T.} = 2177780000 - \frac{(54600)^2}{14} = 1\,964\,840\,000$$

$$\text{Grup. Ar. K.T.} = 217053333 - \frac{(54600)^2}{14} = 4113333$$

Variyasyon kaynağı	S.D	K.T.	K.O.	Variyasyon unsurları
--------------------	-----	------	------	----------------------

Genel	13	1 964 840 000		
Gruplar arası	4	4113333	1 028 333.25	$\sigma^2_{\text{iç}} + \text{no.}$
$\sigma^2_{\text{ara}}$				

Gruplar içi	9	1 960 726 667	217 858 518.60	$\sigma^2_{\text{iç}}$
		$3^2+3^2+2^2+4^2+2^2$		

$$\text{no} = (14 - \frac{\sum n}{\Sigma n}) / (5 - 1) = 2.75 \text{ (2.4 No lu formül)}$$

$$\sigma^2_{\text{ara}} = \frac{1028333.25 - 217\,858\,518.6}{2.75} = 78\,847\,340.1$$

$$r = \frac{78\ 847\ 340.1}{78\ 847\ 340.1 + 217\ 858\ 518.6} = 0.567 \text{ (2-1 No lu formül ile)}$$

$$Sr = \frac{(1 - 0.567) [1 + (2.75 - 1) \cdot 0.567]}{\sqrt{1/2 (2.75 - 1) \cdot 2.75(5 - 1)}} \text{ (2.3 No lu formül ile)}$$

$$Sr = \frac{0.862\ 644}{3.1\ 024\ 184} = 0.278$$

$$r = 0.567 \pm 0.278$$

- 3) Çizelge 2.3'de 18 ineğe ait muhtelif laktasyonlardaki süt verimleri verilmiştir. Süt veriminin tekrarlanma derecesini hesaplayınız.

Çizelge 2.3. =Onsekiz ineğe ait muhtelif laktasyonlardaki süt verimleri (kg)

İnek No	Laktasyon sırası					n	Σ X
	1	2	3	4	5		
1	3577.7	3529.1	3914.0			3	11 020.8
2	2790.5	2860.9				2	5 651.4
3	4183.1	4617.9	3131.8			3	11 932.8

4	3334.7	2756.1	2557.4		3	8 648.2
5	2795.2	2343.6			2	5 138.8
6	1943.3	2039.7	1812.4		3	5 795.4
7	2180.6	2149.0	2510.2		3	6 839.8
8	2781.9	1437.6			2	4 219.5
9	4221.3	3666.7	1924		3	9 812.0
10	3020.7	2354	2214.9	4188.9	4	11 778.5
11	1867.7	3680.1	3785.4	2528.3	5	15 686.8
-----						
Toplam					33	96 524.0
-----						

Çözüm

$$D.T. = \frac{(96\ 524)^2}{33} = 282\ 329\ 775.0$$

$$G.K.T = (3577.7)^2 + \dots + (3825.3)^2 - 282329775.0 = 22\ 581\ 380.7$$

$$Gr.A.K.T = \frac{(11\ 020.8)^2}{3} + \dots + \frac{(15\ 686.8)^2}{5} - 282329775 = 11405506.9$$

$$Gr.İ.K.T = 22\ 581\ 380.7 - 11\ 405\ 506.9 = 11\ 175\ 873.8$$

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	Variyans unsurları
Genel	32	22 581 380.7	-	
Gruplar Arası	10	11 405 506.9	1 140 550.69	$\sigma^2_{iç} + no. \sigma^2_{ara}$
Gruplar içi	22	11 175 873.8	507 994.26	$\sigma^2_{iç}$

$$no = 1/11-1 \left( 33 - \frac{3^2+2^2+\dots+5^2}{33} \right) = 2.97$$

$$r = \frac{212\ 981.96}{212\ 981.96 + 507\ 994.26} = 0.2954$$

$$Sr = \frac{(1-0.2954)[1+(2.97-1).0.2954]}{\sqrt{1/2(2.97-1).2.97(11-1)}} = 0.206$$

$$r = 0.2954 \pm 0.206 \text{ dir.}$$

### **3. KALITIM DERECEŚİ TAHMİN METOTLARI**

Kalıtım derecesi, fenotipin genotip tarafından tayin edilme derecesidir. Kalıtım derecesinin hesaplanmasında kullanılan yollar başlıca 3 grupta toplanır;

- a) Genotipik ve çevresel varyansların doğrudan doğruya materyalden hesaplanması,
- b) Seleksiyonda sağlanan fenotipik ilerleme miktarında genotipin etkisinin hesaplanması
- c) Akraba şahısların fenotipik benzerliklerinde genotipin etkisinin belirlenmesi

#### **3.1. Genotipik ve Çevresel Varyansın Bulunması**

Genotipik ve çevresel varyans ancak rastgele çiftleşmekte olan bir populasyonda akraba hatlar geliştirilmişse, genetik varyans, ve çevresel varyans materyalden hesaplanabilir. Çünkü, akraba hatlar içindeki fertlerin, kendi aralarında gösterdikleri fenotipik farklılığın kaynağı, hemen hemen sadece tesadüfi çevre faktörleridir. Hatların ortalamaları arasındaki farklılıkta ise, hemen yalnız genetik farklılıkların etkisi vardır.

$$h^2 = \frac{V(\sigma)_{\text{ara}}}{V(\sigma)_{\text{ara}} + V(\sigma)_{\text{iç}}} \dots \dots \dots 3.1$$

Bu da, varyans analizi tekniği ile hesaplanır. Ancak, bu yoldan hayvancılık pratiğinde pek yararlanılmaz. Çünkü, çiftlik hayvanlarında bütün fertleri aynı genotipte olan akraba hatlar yetiştirilmez. Bu imkan, bitkiler ve ancak bazı laboratuvar hayvanları için söz konusudur.

### 3.2. Seleksiyon Sonuçlarından Yararlanma

Bir generasyonda sağlanan genetik ilerlemenin hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılmaktadır.

$$\Delta G = i \cdot h^2 \dots \dots \dots 3.2$$

Formülde;

$\Delta G$ : Bir generasyonda sağlanan genetik ilerleme,

i: Seleksiyon üstünlüğü,,

$h^2$ : Kalıtım derecesi

3.2 No lu formülde görüldüğü gibi bir generasyonda sağlanan genetik ilerleme, kalıtım derecesine ( $h^2$ ) bağlıdır. Söz konusu formülden,  $h^2 = \Delta G/i$  bulunur. Yani eğer  $\Delta G$  ve i biliniyorsa,  $h^2$ 'nin hesaplanması mümkündür. Ancak seleksiyon denemelerinden yararlanarak  $h^2$  hesaplamada bazı güçlükler söz konusudur. Bunlar aşağıda sıralanmıştır;

A) *Çevre etkisinin generasyondan generasyona değişmesi*: Eğer çevrenin etkisi hiç yoksa, ebeveyn generasyonuna uygulanan seleksiyon üstünlüğü (i) aynen döllere geçer. Bu nedenle,  $h^2 = \Delta G/i$  formülü ile yapılacak bir tahminin gerçeğe uyması için, ebeveyne ve döllere ait fenotipik değerlerin aynı çevre şartlarında elde edilmesi gerekir. Oysa, ebeveyn ve döllere ait fenotipik değerler farklı yıllarda elde edilmektedir. Bu bakımdan olan farklılık, generasyonlar arası süre uzadıkça, daha da artmaktadır. Yılların, doğal çevre faktörleri

bakımından gösterecekleri ayrılıktan başka, işletmelerde bakım ve besleme şartları da yıldan yıla değişir. Bu hata kaynağını ortadan kaldırmak için 2 yol vardır;

- a) Seleksiyondan önce aynı populasyondan rastgele bir grup ayırıp, bunu, rastgele çiftleştirme ile kontrol grubu olarak devam ettirmek,
- b) Seleksiyonu ters yönde yapmak.

Her iki durumda da 2 ebeveyn ve bunlara ait 2 döl grubu bulunacaktır. Oysa, ebeveyn grupları arasındaki farkın, kalıtım derecesi kadar kısmı döllere geçer. Bu durum, aşağıdaki model ile gösterilebilir;

$$\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2 = h^2 \cdot (\bar{P}_1 - \bar{P}_2) \dots \dots \dots 3.3$$

Burada;

$\bar{Y}_1$ : Seçilen ebeveyn grubunun dölleriine ait ortalama,

$\bar{Y}_2$ : Seçilmeyen ebeveyn grubunun dölleriine ait ortalama,

$\bar{P}_1$ : Seçilen ebeveyn grubu ortalaması

$\bar{P}_2$ : Seçilmeyen ebeveyn grubu ortalaması

3.3 No lu formüldeki ;

$$\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2 = \Delta G,$$

$$\bar{P}_1 - \bar{P}_2 = i' \text{ dir}$$

Döl generasyonuna ait fenotipik değerlerin tespit edildiği yıl, ebeveyn generasyonuna ait değerlerin tespit edildiği yıldan ister iyi, ister kötü olsun 3.3 numaralı eşitliğin sol tarafı değişmez. Çünkü;

$\bar{Y}_1$  ve  $\bar{Y}_2$ , çevre şartlarındaki iyileşme veya kötüleşmeden aynı miktarda etkilenir. Dolayısı ile de yüksek ve düşük verimli ebeveynlerin yavrularına ait verim ortalaması arasındaki fark sabit kalır. Böylece, aşağıdaki formülle hesaplanan  $h^2$  değeri güvenilir olur.

$$h^2 = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\bar{P}_1 - \bar{P}_2} \dots \dots \dots 3.4$$

Çiftlik hayvanlarında deneme amacı ile bile bir kontrol grubu (ters yönde seçilmiş veya hiç seçilmemiş) bulundurmamak, işletme için büyük mali yüküdür. Bu nedenle bu sistem, hemen yalnız laboratuvar hayvanlarında, çok sınırlı olarak da tavuklarda ve domuzlarda uygulanabilmektedir.

Seleksiyon denemelerinden hesaplanan kalıtım derecelerinin gerçeğe uygunluğu, tartışma konusudur. Çünkü, aynı populasyonun 2 yöne doğru (farklı istikametlerde) yapılan aynı yoğunluktaki seleksiyonlara reaksiyonu, çoğu zaman simetrik olmamaktadır. Bu nedenle, çoğu seleksiyon denemelerinde hem ters yöne seçilen, hem de hiç seçilmeyen 2 kontrol grubu bulundurulur. Daha doğrusu, ters yönde seçilen grup da, hiç seçilmeyen grupla kontrol edilir. Böylece + tarafa yapılacak seleksiyonda yararlanmak için ayrı, - tarafa doğru yapılacak seleksiyonda yararlanmak için ayrı kalıtım derecesi tahminleri yapılabilir. Hayvancılık pratiğinde bu sistemin, özel bir deneme yapılmadan uygulanması mümkündür.

*B. Tek Cinsiyette Görülen Karakterler:* Tek cinsiyette görülen karakterler açısından, babaya ait seleksiyon üstünlüğü (b) tespit edilemez. Bunun için baba olarak kullanılacak hayvanların, döllerine üzerine olan etkileri aşağıdaki şekilde elemine edilebilir.

Kontrol grubu dişileri ile seçilen grubun dişileri aynı babaya verilmiş olsalar, her iki grubun döllerini arasındaki farkta babanın etkisi olmaz. Babanın iyi, ya da kötü oluşu, her iki döl grubunun verimini de aynı şekilde etkiler. Yani, her iki grubun döllerini arasındaki fark, bundan etkilenmez. Böyle yapıldığında 3.4 sayılı eşitlik aşağıdaki şekli alır;

$$h^2 = \frac{2(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)}{\bar{P}_1 - \bar{P}_2} \dots\dots\dots 3.5$$

3.5 No lu formülde döl grupları arasındaki fark, sadece anaların farklı oluşundan kaynaklanır. Bu farklılıkta eğer babanın da payı olsaydı, söz konusu fark, tespit edilenin 2 katı olurdu. Çünkü, anne ve babanın döllere etkisi eşittir;

$$i = \frac{\bar{I}_a + \bar{I}_b}{2} \dots\dots\dots 3.6$$

Yukarıda anlatılan sistemde  $i_b = 0$  olduğu için,  $i = (i_a + 0)/2$  olur.  
 $h^2 = \Delta_G / i$  eşitliğinde  $i$  nin bu değeri yerine konulduğunda;  
 $i = 2\Delta_G / i_a$  elde edilir. Bu formülde;

$\Delta_G = \bar{Y}_1 - \bar{Y}_2$ ) ve  $i = \bar{P}_1 - \bar{P}_2$  yerleştirildiğinde, 3.5 No lu formül elde edilir.

### 3.2.1. Uygulamalar

1) Bir tiftik keçisi sürüsünde, 3 ayrı teke grubundaki keçilere ve döllere ait tiftik verimleri (kuramsal olarak) (kg) verilmiştir. Bu sürü için tiftik verimine ait  $h^2$ , seleksiyon sonuçlarından yararlanarak hesaplanacaktır;

I. teke		II. Teke		III. Teke	
Keçiler	Dölleri	Keçiler	Dölleri	Keçiler	Dölleri
2.8	1.8	1.8	2.6	1.9	2.2
1.7	2.1	2.5	2.4	3.0	2.6
1.8	2.0	3.2	2.8	2.9	2.5
2.1	1.6	1.2	1.2	2.3	2.4
1.0	1.7	2.2	1.9	2.7	2.7
1.4	1.5	1.6	2.0	2.5	2.4
1.2	1.9			2.6	3.0
1.3	1.4			2.0	2.1

İşletmede kullanılan tekelerin dölllerinin anneleri, standardize edilmiş tiftik verimlerine göre sıralanır. Sıralanan annelerin yukarıdan itibaren yarısı yüksek, diğer yarısı da düşük verimli olarak ayrılır. Ana sayısı tek ise, ortada kalan hesaba katılmaz. Sıralamada ortada aynı verimli 2 veya daha fazla ana varsa, bunlardan hangisinin üstün, hangisinin düşük gruba alınacağı kur'a ile belirlenir. Her annenin dölüne ait verim kendi verimi karşısına yazılır. Bu işlem, her teke için ayrı ayrı bölümler halinde yapılır. Böylece, her bölümdeki yüksek ve düşük verimli analar aynı teke ile çiftleşmiş duruma getirilir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Muhtelif tekelerin çiftleştiği keçilerden tiftik verimi belirlenen dölü olanların kendilerine ve döllere ait tiftik verimi

Tiftik verimi (kg)



Tekeler	Keçiler	Dölller
I	2.8	1.8
	2.1	1.6
	1.8	2.0
	1.7	2.1
	1.4	1.5
	1.3	1.4
	1.2	1.9
	1.0	1.7
II	3.2	2.8
	2.5	2.4
	2.2	1.9
	1.8	2.6
	1.6	2.0
	1.2	1.2
III	3.0	2.6
	2.9	2.5
	2.7	2.7
	2.6	3.0
	2.5	2.4
	2.3	2.4
	2.0	2.1
	1.9	2.2

Çizelge 3.1, Çizelge 3.2. deki duruma getirilebilir.

Çizelge 3.2. Her teke grubundaki yüksek ve düşük verimli anne ve döllerinin birarada gösterimi

Tekeler	Yüksek verimliler		Düşük verimliler	
	Keçiler	Dölleri	Keçiler	Dölleri
I	2.8	1.8	1.4	1.5
	2.1	1.6	1.3	1.4
	1.8	2.0	1.2	1.9
	1.7	2.1	1.0	1.7

II	3.2	2.8	1.8	2.6
	2.5	2.4	1.6	2.0
	2.2	1.9	1.2	1.2
III	3.0	2.6	2.5	2.4
	2.9	2.5	2.3	2.4
	2.7	2.7	2.0	2.1
	2.6	3.0	1.9	2.2

-----  
 Toplam ve ortalama  $\bar{P}_1 = 2.5$   $\bar{Y}_1 = 2.309$   $\bar{P}_2 = 1.65$   $\bar{Y}_2 = 1.945$   
 -----

$$\bar{P}_1 - \bar{P}_2 = 0.85 \text{ kg} \quad \bar{Y}_1 - \bar{Y}_2 = 0.364 \text{ kg. dır.}$$

Buna göre anneler arasındaki 0.85 kg lık farkın ancak 0.364 kg'ı döllere geçmiştir. Üstün ve düşük verimli keçilerin dölleri arasındaki bu farklılıkta, tekelerin etkisi yoktur. Çünkü, gerek üstün, gerekse düşük verimli keçiler aynı teke ile çiftleşmişlerdir. Buna göre 3.6 No lu formülde bilinenler yerleştirilirse;

$$h^2 = \frac{2(0.364)}{0.85} = 0.856$$

*C.Uzun Süreli Seleksiyonlar:* Eğer sürü o zamana kadar üzerinde durulan özellik açısından hiç seleksiyona tabi tutulmamışsa, bir tek generasyon yapılan seleksiyon sonucuna dayanılarak 3.4 ve 3.5 numaralı formüllerle yapılan hesaplamalar sonunda elde edilen kalıtım derecesi çok güvenilir olmaz. Çünkü, seleksiyon uygulanan ilk generasyonda, eklemesiz etkili genler, yapılan seleksiyondaki isabeti olumsuz etkileyebilir. Böyle durumlarda seleksiyonu 3-4 generasyon sürdürmek ve her generasyon uygulanan seleksiyon üstünlüklerini toplayarak en sonunda ulaşılan düzeyi toplam seleksiyon üstünlüğüne bağlamak gerekir. Bu işlem, aşağıdaki formülle ifade edilebilir;

$$h^2 = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\Sigma i} \dots \dots \dots 3.7$$

$$\Sigma i = i + i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n \dots \dots \dots 3.8$$

Formüllerde;

— —

$Y_1 - Y_2$ : Yüksek ve düşük verimli başlangıç ebeveyn gruplarından, uzun süreli seleksiyon sonunda, en son generasyonda oluşmuş yüksek ve düşük verimli döl grupları arasındaki farklılık

$i = \bar{P}_1 - \bar{P}_2$  Üstün ve düşük verimli ebeveyn grupları arasındaki farklılık

$i_1: \bar{Y}_{Ü1} - \bar{Y}_{D1}$ : Birinci generasyon yüksek ve düşük döl verim grup ortalamaları arasındaki farklılık,

$i_2: \bar{Y}_{Ü2} - \bar{Y}_{D2}$ : İkinci generasyon yüksek ve düşük döl verim grup ortalamaları arasındaki farklılık,

$i_3: \bar{Y}_{Ü3} - \bar{Y}_{D3}$ : Üçüncü generasyon yüksek ve düşük döl verim grup ortalamaları arasındaki farklılık

$i_n: \bar{Y}_{Ün} - \bar{Y}_{Dn}$ : n. generasyon yüksek ve düşük döl verim grup ortalamaları arasındaki farklılık

*Örnek*

1994 yılında tiftik verimi için populasyon ortalaması 2.0 kg olan bir sürüde 1998 yılına kadar tiftik veriminin ıslahı için seleksiyon uygulanmıştır. 1994 yılında başlangıç generasyonunda üstün ve düşük verimli ebeveyn ortalamaları 2.3 ve 1.8 kg olsun. Bu sürünün tiftik verimine ait kalıtım derecesini seleksiyon denemelerinden yararlanarak hesaplayalım (Çizelge 3.3)

Çizelge 3.3. Ters yönlerde uzun süre yürütülen bir seleksiyon denemesinin sonuçları

Yıl	Döl generasyonu verimleri (kg)(x)			Döl generasyonu seleksiyon üstünlüğü (xx)		i (i <sub>Ü</sub> - i <sub>D</sub> )
	$\bar{X}$	$\bar{X}_Ü$	$\bar{X}_D$	i <sub>Ü</sub>	i <sub>D</sub>	
1995	2.15	2.47	1.90	-0.32	0.25	-0.32-(0.25)= -0.57
1996	2.22	2.48	1.96	-0.26	0.26	-0.26-(0.26)= -0.52
1997	2.25	2.41	2.10	-0.16	0.15	-0.16-(0.15)= -0.31
1998	2.28	2.42	2.10	-0.14	0.18	-0.14-(0.12)= -0.32

$\Sigma i = 1.72$

(x) X: Sürü ortalaması, X<sub>ü</sub>: Üstün verimli döl grubunun ortalaması,

$\bar{X}_D$ : Düşük verimli döl grubunun ortalaması

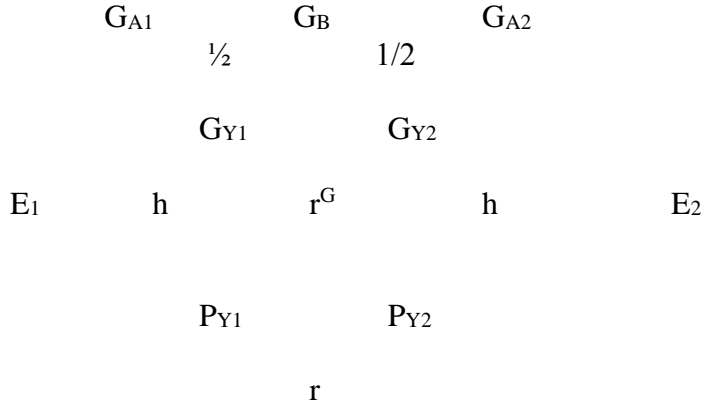
(xx) i<sub>ü</sub>: Üstün verimli döllere ait seleksiyon üstünlüğü, i<sub>D</sub>, düşük verimli döl grubuna ait seleksiyon üstünlüğü

---

### 3.3. Akrabalar Arası Benzerlikten Yararlanarak Kalıtım Derecesi Hesaplama Yöntemleri

#### 3.3.1. Baba-bir üvey kardeş benzerliği

Bu yolla  $h^2$  hesaplamakta path diyagramından yararlanılmaktadır. Aşağıda, 2 üvey kardeş arasındaki fenotipik korelasyon katsayısı path diyagramı ile gösterilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. İki üvey kardeşe ait path diyagramı ( $P_{Y1}$ : 1. kardeşin fenotipi,  $P_{Y2}$ : 2. kardeşin fenotipi,  $E_1$ : 1. kardeşin fenotipine etkin çevre şartları,  $E_2$ : 2. kardeşin fenotipine etkin çevre şartları,  $G_{A1}$ : 1. kardeşin annesinin genotipi,  $G_{A2}$ : 2. kardeşin annesinin genotipi,  $G_B$ : Babanın genotipi,  $r^G$ ,  $G_{Y1}$ : 1. kardeşin genotipi  $G_{Y2}$ : 2. kardeşin genotipi).

Şekil 3.1’de  $P_{Y1}$  ve  $P_{Y2}$  iki ayrı sonuçtur. İki sonuca 2 ayrı amil etki ediyorsa ve amiller arasında korelasyon yoksa, bu 2 sonuç arasındaki korelasyon katsayısı, müşterek amillerden geçerek sonuçları birleştiren path’ların çarpımları toplamına eşittir. Ancak her zaman baba-bir üvey kardeşler arasındaki benzerlik (akrabalık derecesi) ( $r^G$ ) 0.25 olmayacağı için, akrabaların benzerliğinden yararlanarak  $h^2$  hesaplamada 3.9 numaralı formülden yararlanır;

$$h^2 = r/r^G \dots\dots\dots 3.9$$

Burada;

r: fenotipik benzerlik (fenotipik korelasyon katsayısı)

$r^G$ : Genotipik benzerlik (genetik korelasyon katsayısı)

Baba-bir kardeş gruplarında genetik benzerlik 0.25 ise  $h^2=4r$  dir. O halde yukarıdaki diyagramda  $r = h.1/2.1/2.h = h^2/4$  tür. Buradan  $h^2 = 4r$  dir.

Populasyon için hesaplanacak  $h^2$  hesaplamada, babalar içi grup korelasyonu hesaplamak gerekmektedir. Bu ise, varyans analizi kullanmayı gerektirir. Ancak hesaplama yapılmadan önce veriler, onları etkilemesi mümkün çevre faktörleri için standardizasyona tabi tutulmalıdır. Baba grubu sayısı arttıkça hesaplanacak kalıtım derecesinin güvenilirlik derecesi de artar. Oysa, pedigrili yetiştirme yapılan işletmelerde 4-5 baba kullanılıyorsa, her yıl için ancak 4-5 baba familyası bulunacaktır. Böyle işletmelerde baba grubu sayısını artırmak için, varyans analizini yıllar içi yapmak suretiyle muhtelif yıllarda kullanılmış olan babalardan da  $h^2$  hesaplamakta yararlanılabilir. O zaman n değeri familyalarda her yıl aynı sayıda şahıs bulunmaması nedeni ile aşağıdaki formülle hesaplanır;

$$no = 1/ \Sigma(k-1) [\Sigma(N - \Sigma n^2/N)]. \dots\dots\dots 3.10$$

Bu formülde k, her bir yıldaki baba sayısını, N, her bir yıldaki toplam döl sayısını, n, her bir yıldaki her bir babaya ait döl sayısını göstermektedir. k-1, her yıl için yapılır ve toplanır.  $(N - \Sigma n^2/N)$  de her yıl için yapılır ve toplanır.

*Metodun kolaylıkları:*

- a) Özel bir deneme düzenliyerek  $h^2$  hesaplamada en kısa yoldur. Seleksiyon denemelerine dayanarak  $h^2$  hesaplamada, mutlaka ebeveynlere ait fenotipik değerlerin bilinmesini gerektirir. Oysa, baba-bir kardeşlerin benzerliğinden  $h^2$  hesaplarken, ebeveyne ait kayıtların bilinmesi gerekmemektedir.
- b) Bu methoda dar anlamda kalıtım derecesi elde edilir. Çünkü, fenotipik değerler döllerde tespit edilmektedir.

c) Her bir baba grubu içindeki döllerin anneleri ayrı ayrı olduğundan, aynı baba grubu içindeki döllerin benzerliklerinde annelerin sağlıklıyağı özel çevre faktörlerinin payı yoktur.

*Metodun güçlükleri:*

a) 3-9 No lu formülile  $h^2$  hesaplarırken, grup içi korelasyon katsayısı (r), 4 ile çarpılmaktadır. Bu ise, bir istatistik olan  $h^2$  ni, gerçek değerinden uzaklaştırmaktadır. Bunu gerçeğe yaklaştırmanın yolu, standart hatasını küçültmektir. Bunun için ise, baba grubu sayısı artırılmalıdır. Öz kardeşlerin benzerliğinden yararlanarak  $h^2$  hesaplanırken grup içi korelasyon katsayısı 2 ile çarpılır. Bu, hatanın daha küçük olacağını gösterir.

b) Eğer  $h^2$  hesaplamada kullanılan her bir baba ayrı ayrı işletmelerde ise, her bir babaya ait dölleri ayrı ayrı işletmelerde büyütülmüş olacağı için, işe c faktörü karışarak, hesaplanan  $h^2$  sinin, gerçekte olduğundan büyük çıkmasına neden olur. Ancak hesaplamalar daha çok, aynı sürü içinden yapılmaktadır.

### 3.3.1.1. Uygulamalar

1) Bir Jersey sığır sürüsünde çeşitli baba gruplarındaki ineklerin standardize edilmiş ilk defa buzağılama yaşları (gün) babalara göre gruplanarak Çizelge 3.4'de verilmiştir. Bu sürünün ilk defa buzağılama yaşına ait kalıtım derecesini baba-bir üvey kardeş benzerliğinden yararlanarak hesaplayınız.

Çizelge 3.4. Standardize edilmiş ilk defa buzağılama yaşları (gün)

Babalar								
	1	2	3	4	5	6	7	8
	831	981	943	853	748	691	982	867
	824	817	998	1008	716	778	913	749
	941	734		729	735	755		751
	928	866		774	756	746		
	799	793		787	943	1017		
				746	679	1074		
$\Sigma n$	5	5	2	6	6	6	2	3
$\Sigma X$	3723	4191	1941	4897	4577	5061	1895	2367
$\Sigma \Sigma X$	= 28652							
Düzeltilme terimi	= $(\Sigma X)^2 / \Sigma n = (28652)^2 / 35 = 23\ 455\ 345,83$							
Genel K.T.	= $(831)^2 + (224)^2 + \dots + (751)^2 - DT = 759\ 062,17$							

$$\text{Baba Gr.Ar. K.T.} = (3723)^2/5 + \dots + (2367)^2/3 - \text{D.T.} = 133\,722,00$$

$$\text{Baba Gr. İçi (Hata) K.T.} = 759\,062,17 - 133\,722,00 = 625\,340,17$$

Yukarıda hesaplanan değerler ile aşağıdaki varyans analizi düzenlenmiştir.

Variyasyon kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	Variyans unsurları
-----Genel				
	34	759 062,17 -		
Bab. Gr.Ar	7	133 722,00	19 103,15 =	$\sigma^2_{\text{iç}} + \text{no. } \sigma^2_{\text{ara}}$
Hata	27	625 340,17	23 160,75 ( $\sigma^2_{\text{iç}}$ )	

$$r(\text{grup içi korelasyon katsayısı}) = r = \frac{\sigma^2_{\text{ara}}}{\sigma^2_{\text{Top}}} \dots \dots \dots 3.11$$

$$\sigma^2_{\text{Top}} = \sigma^2_{\text{ara}} + \sigma^2_{\text{iç}} \dots \dots \dots 3.12$$

$$19\,103,15 = 89\,718,9 + \text{no. } \sigma^2_{\text{ara}} \dots \dots \dots 3.13$$

Variyans analizinden  $\sigma^2_{\text{ara}}$  bulunur. Her grupta aynı sayıda şahıs bulunmuş olsaydı, n yerine ortak şahıs sayısı yazılırdı. Ancak, verilen örnekte her baba grubundaki şahıs sayısı farklıdır. Bu nedenle, 3.10 No lu formül kullanılarak ortalama bir döl verim sayısı hesaplanır.

$$\text{no} = \frac{1}{7} \left( 35 - \frac{5^2 + \dots + 3^2}{35} \right) = 4,29$$

$$19\,103,15 = 23\,160,75 + 4,29 \sigma^2_{\text{ara}} \quad \sigma^2_{\text{ara}} = 945,83$$

3-11 No lu formülde hesaplananlar yerine konulur;

$$r = \frac{\sigma^2_{\text{ara}}}{\sigma^2_{\text{Top}}} = 0.039$$

$$h^2 = 4r = 4 \cdot 0.039 = 0,156$$

Kalıtım derecesi bir parametre olduğu için (populasyondan hesaplanır), hatasının da hesaplanıp, birlikte verilmesi gerekir. Bunun için aşağıdaki formülden yararlanılır;

$$Sr = \frac{(1-r) [1+(no - 1)r]}{\sqrt{1/2no(no - 1)(k - 1)}} \dots \dots \dots 3.14$$

Burada, no, her baba grubundaki ortalama veri sayısı, r, baba grupları içi korelasyon katsayısı, k ise değerlendirilen baba sayısıdır.

3.14 No lu formül kullanılarak;

$$Sr = \frac{(1 - 0.039)[1+(4.3 - 1) \times 0.039]}{\sqrt{1/2 \times 4.3(4.3 - 1)(8 - 1)}} = 0.154 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Bu yöntemle  $h^2$  hesaplamada kalıtım derecesi grup içi korelasyon katsayısının 4 katına eşit olduğundan,  $Sh^2$  de,  $Sr$ 'nin 4 katına eşittir. Buna göre;

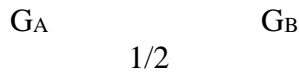
$$Sr = 0,154 \quad Sh^2 = 4 \times 0,154 = 0,616 \text{ elde edilir.}$$

### 3.3.2. Anne-bir üvey kardeş benzerliği

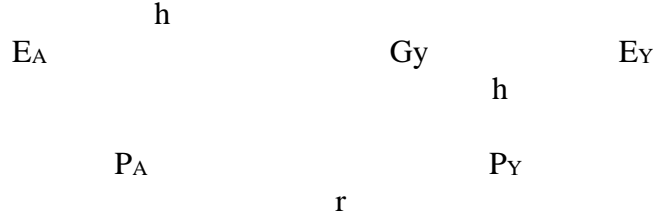
Pratik hayvancılıkta hiçbir hayvan türünde aynı mevsimde doğmuş ana-bir üvey kardeş familyaları elde edilemez. Çünkü bunun için, aynı bir mevsimde bir ananın, 2 veya daha fazla babadan döl vermesi gerekir. Bu nedenle, genellikle ana-bir üvey kardeşlerin benzerliğinden  $h^2$  hesaplamak yoluna gidilmez. Ancak, baba familyalarına göre  $h^2$  hesaplanmış bir sürüde aynı zamanda yeter sayı ve genişlikte ana familyaları da varsa, bunlardan yararlanarak anaların özel etkisine (c faktörü) ait path ve determinasyon katsayısı hesaplamak mümkün olabilir. Ana bir üvey kardeşlerin benzerliğinden kalıtım derecesi hesaplariken eğer c faktörü yoksa,  $h^2=4r$  formülü geçerlidir. Ama, c faktörü söz konusuysa, ve c dikkate alınmaksızın hesaplama yapılırsa,  $h^2$  olduğundan büyük çıkar.

### 3.3.3. Ebeveyn-yavru benzerliğinden $h^2$ hesabı

$h^2$  hesaplamada, genellikle ana-yavru benzerliğinden yararlanılır. Çünkü, baba-yavru benzerliğinden  $h^2$  hesaplanırsa, zorunlu olarak az materyal kullanılabileceği için, hesaplanan  $h^2$  güvenilir olmaz. Özellikle sun'i tohumlama yapıldığında bu şekilde  $h^2$  hesaplamak, daha verimlidir. Anne-yavru benzerliği, path diyagramı ile Şekil 3.2'deki gibi gösterilebilir;







Şekil 3.2. Anne-yavru benzerliğine ait path diyagramı (PA, annenin fenotipi, PY, yavrunun fenotipi, Gy, yavrunun genotipi, GA ve GB sırası ile anne ve babanın genotipi, EA ve EY sırası ile anne ve yavruya ait çevre)

Şekil 3.2 incelenerek, ve 3.9 No lu formül ( $h^2 = r/r^G$ ) hatırlanarak 3.15 yazılabilir;

$$h^2 = 2r \dots \dots \dots 3.15$$

Yukarıdaki formül, anne ve yavru verimleri arasındaki korelasyon katsayısı hesaplanıp 2 katı alındığında  $h^2$  nin bulunacağını göstermektedir.

*Uygulamada dikkat edilecek noktalar:*

1) Eğer üzerinde durulan karektere yaşın etkisi söz konusuysa, bu karakter annede hangi yaşta tespit edilmişse, yavruda da aynı yaşta tespit edilmelidir. Eğer süt verimi anaların ilk laktasyon verimi ise, yavruların da ilk laktasyon verimi olmalıdır. Ayrıca, süt verimi yağ oranına göre de standardize edilmelidir. 305 günlük verim alınmalı, cinsiyetin etkisi varsa, o da giderilmelidir. Kısaca, anne ve yavru verimleri aynı koşullarda elde edilmiş duruma getirilecek şekilde verilere standardizasyon uygulanmalıdır.

2) Her annenin 1 yavrusu varsa, annelere ait fenotipik değerler (A), yavrulara ait olanlar (Y) arasındaki korelasyon katsayısının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılır;

$$r = \frac{\sum d_A \cdot d_Y}{\sqrt{\sum d_A^2 \cdot d_Y^2}} \dots \dots \dots 3.16$$

Eğer yavru sayısı 1'den fazla ise aşağıdaki yollardan birisi izlenir;

a) Ananın fenotipik değeri, her bir yavruya ait fenotipik değerle ayrı ayrı karşılaştırılır. Hesaplama cetvelinde ananın değeri, yavru sayısı kadar tekrar eder.

b) Hesaplama cetveline yavru değeri olarak, yavruların fenotipik ortalaması yazılır. Ancak, her annenin birden fazla, ama aynı sayıda yavrusu varsa, a veya b aynı sonucu verir. Genelde b uygulanır.

3) Babaların birbirlerinden farklı değerde olmaları durumunda, korelasyon katsayısını babalar içi hesaplayarak, babaların anne-yavru benzerliğine olan muhtemel etkileri giderilmelidir.

4) Eğer fenotipik değerler muhtelif yıllarda ve muhtelif işletmelerde elde edilmişse, korelasyonu babalar içi hesaplamakla, işletme etkisi de giderilmiş olur. Ancak, yılların da farklı etkilerini giderebilmek için korelasyon katsayısı yıllar içi hesaplanmalıdır.

5) Anneler, daha önce aynı özellik açısından seleksiyona tabi tutulmamış olmalıdırlar. Çünkü, annelerin seçilmiş olması, döllerdeki varyasyonu değiştirir. Daha önce açıklanan yöntemlerde böyle bir koşul ileri sürülmemiş olmasının nedeni, söz konusu yöntemlerde sadece döllere ait özelliklerin kullanılmasıdır.

Bu nedenle, bu metot ancak üzerinde durulan özellik bakımından sürüde daha önce seleksiyon uygulanmamışsa, uygulanabilir. Doğrudan doğruya üzerinde durulan özelliklere (veya başka bir özellik dolayısı ile seleksiyonda daha önce dikkate alınmış özellikler) ait  $h^2$  de bu metodla hesaplanabilir. Ancak bu takdirde, korelasyon katsayısından değil, regresyon katsayısından yararlanır. Çünkü, korelasyon katsayısı seleksiyonla değiştiği halde, regresyon katsayısı seleksiyondan etkilenmez.

Bir sürüde aynı yılda 2 baba kullanılmış, annelerin ve yavrularının verimleri tespit edilmiş olsun. Her annenin de 1 yavrusu bulunsun. Bu sürüye ait istenen verimin kalıtım derecesini anne-yavru benzerliğinden yararlanarak hesaplamak için Çizelge 3.5 gibi bir tablo düzenlenir.

Çizelge 3.5. Ana-yavru benzerliğinden  $h^2$  hesaplamak için düzenlenen tablo

Babalar	Anne sayısı	Anne verimleri (A)	Yavru verimleri (Y)	$A^2$	AY	$Y^2$
I. baba	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

TOPLAM	$\Sigma A_1$	$\Sigma Y_1$	$\Sigma A_1^2$	$\Sigma A_1 \cdot Y_1$	$\Sigma Y_1^2$
--------	--------------	--------------	----------------	------------------------	----------------

-----II. Baba

1

2

3

4

TOPLAM	$\Sigma A^2$	$\Sigma Y^2$	$\Sigma A_2^2$	$\Sigma A^2 \cdot Y^2$	$\Sigma Y_2^2$
--------	--------------	--------------	----------------	------------------------	----------------

Her bir baba için ayrı ayrı aşağıdaki işlemler yapılır;

$$r = \frac{\Sigma d_A \cdot d_{Yy}}{\sqrt{\Sigma d_A^2 \cdot \Sigma d_Y^2}} \dots \dots \dots 3.17$$

$$\Sigma d_{A_1 \cdot d_{Y_1}} = \Sigma A_1 \cdot Y_1 - \frac{(\Sigma A_1) (\Sigma Y_1)}{n} \dots \dots \dots 3.18$$

$$\Sigma d^2 A_1 = \Sigma A_1^2 - \frac{(\Sigma A_1)^2}{n_1} \dots \dots \dots 3.19$$

$$\Sigma d^2 Y_1 = \Sigma Y_1^2 - \frac{(\Sigma Y_1)^2}{n_1} \dots \dots \dots 3.20$$

3.18, 3.19, 3.20 No lu denklemler her baba için ayrı ayrı çözülerek toplanır ve 3.16 numaralı formülde yerine konularak babalar içi korelasyon katsayısı ( r ) hesaplanır. 2 katı alındığında h<sup>2</sup> elde edilir. Bu söylenen ifade, aşağıdaki denklem ile özetlenebilir;

$$r = \frac{\Sigma \Sigma \Sigma \Sigma \Sigma d_A \cdot d_y}{\sqrt{\Sigma \Sigma \Sigma \Sigma \Sigma d_A^2 \cdot \Sigma \Sigma \Sigma \Sigma \Sigma d_Y^2}} \dots \dots 3.21$$

**3.3.3.1. Uygulamalar**

1) Çizelge 3.6’de verilen bilgilerden, 2 yılda 2 baba kullanılmış olan bir Karayaka sürüsünde yapağı veriminin kalıtım derecesi, anne-yavru benzerliğinden yararlanarak hesaplanacaktır.

Bu uygulamada 3.18, 3.19 ve 3.20 No lu denklemler aşağıdaki şekilleri alırlar.

$$\text{Çarpımlar toplamı} = \Sigma \Sigma (\Sigma A \cdot Y) - \frac{(\Sigma A) (\Sigma Y)}{n} \dots \dots \dots 3.22$$

$$A \text{'nin kareler toplamı} = \Sigma \Sigma (\Sigma A^2) - \frac{(\Sigma A)^2}{n} \dots \dots \dots 3.23$$

$$Y \text{'nin kareler toplamı} = \Sigma \Sigma (\Sigma Y^2) - \frac{(\Sigma Y)^2}{n} \dots \dots \dots 3.24$$

Çizelge 3.6. Babalar içi korelasyon hesaplama cetveli (yapağı verimi)

Yıl	Babalar	Anne sayısı	Anne ver. (A)	Yavru ver. (Y)	A <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	AY
1997	I. baba	1	2.4	2.9		6.96	
		2	1.1	1.7		1.87	
		3	2.0	2.5			5.0
		4	1.0	2.8		2.8	
		5	3.0	3.6		10.8	
		6	2.8	2.0			5.6
	TOPLAM	6	12.3	15.5	28.81	42.35	33.03
	Baba	1	1.3	2.0		2.6	
		2	2.5	3.0			7.5
		3	1.0	2.4			2.4
		TOPLAM	3	4.8	7.4	8.94	18.76
1998	I.Baba	1	2.1	3.4			7.14
		2	3.0	2.0			6.0
		3	1.5	2.1			3.15

II.

	4	1.0	1.5			1.5
	5	2.7	2.5			6.75
<hr/>						
TOPLAM	5	10.3	11.5	23.95	28.47	24.54
<hr/>						
II.Baba	1	3.0	2.1			6.3
	2	2.6	3.5			9.1
	3	1.6	2.8			4.48
	4	2.9	3.6			10.44
<hr/>						
TOPLAM	4	10.1	12.0	26.73	37.46	30.32
<hr/>						

*Hesaplama tekniği:*

Çarpımlar toplamı

1997 yılı için:

$$\text{Baba I } 33.03 - \frac{12.3 \times 15.5}{6} = 1.255$$

$$\text{Baba II } 12.5 - \frac{4.8 \times 7.4}{3} = 0.66$$

$$\text{1997 yılı toplamı } (\Sigma dA.dY) = 1.915$$

1998 yılı için:

$$\text{Baba I } 24.54 - \frac{10.3 \times 11.5}{5} = 0.85$$

$$\text{Baba II } 30.32 - \frac{10.1 \times 12.0}{4} = 0.02$$

$$\text{1998 yılı toplamı } (\Sigma dA.dY) = 0.87$$


---

Çarpımlar toplamı ( $\Sigma\Sigma dA.dY$ )= 1.915 + 0.87 = 2.785

*A'nın kareler toplamı ( $dA^2$ )*

1997 yılı için

$$\text{Baba I } 28.81 - \frac{(12.3)^2}{6} = 3.595$$

$$\text{Baba II } 8.94 - \frac{(4.8)^2}{3} = 1.26$$

$$\text{1997 yılı toplamı } (\Sigma\Sigma A^2) \dots = 4.855$$

1998 yılı için:

$$\text{Baba I } 23.95 - \frac{(10.3)^2}{5} = 2.732$$

$$\text{Baba II } 26.73 - \frac{(10.1)^2}{4} = 1.227$$

$$\text{1998 yılı toplamı } (\Sigma\Sigma A^2) \dots = 3.9595$$

-----  
Tüm yıllar ve tüm babalar toplamı=4.855+3.9595 = 8.8145

*Y'nin kareler toplamı ( $dY^2$ )*

1997 yılı için;

$$\text{Baba I } 42.35 - \frac{(15.5)^2}{6} = 2.308$$

$$\text{Baba II } 18.76 - \frac{(7.4)^2}{3} = 0.506$$

$$\text{1997 yılı toplamı} \dots = 2.814$$

1998 yılı için

$$\begin{aligned} \text{Baba I } 28.47 - \frac{(11.5)^2}{5} &= 2.02 \\ \text{Baba II } 37.46 - \frac{(12)^2}{4} &= 1.46 \\ \text{1998 yılı toplamı } (\Sigma\Sigma Y^2) &\dots\dots\dots 3.48 \end{aligned}$$

-----  
Tüm yıllar ve tüm babalar toplamı  $2.814+3.48 = 6.294$

3.16 No lu formül kullanılarak;

$$r = \frac{2.785}{\sqrt{(8.8145)(6.294)}} = 0.374$$

$h^2 = 2.r$  olduğu hatırlanarak (Formül 3.15)

$h^2 = 2.0.374 = 0.748$  olarak hesaplanır.

Ancak kalıtım derecesi bir parametre olduğundan, aşağıdaki formül kullanılarak standart hatasının da hesaplanması gerekir;

$$Sr = \frac{(1-r)[1 + (n_o - 1)r]}{\sqrt{(1/2n_o)(n_o - 1)(k - 1)}} \dots\dots\dots 3.25$$

$$n_o = \frac{\Sigma n^2}{1/\Sigma(k-1)[\Sigma(N - \frac{\Sigma n^2}{N})]} \dots\dots\dots 3.26$$

Yukarıdaki formüllerde;

k: Bir yılda kullanılan baba sayısı, N: Bir yılda kullanılan tüm babalara ait toplam döl sayısı

$\Sigma n^2 = n_1^2, n_2^2, \dots, n_n^2$ : Her bir baba grubundaki toplam döl sayısının karesi

$n_o$ : Kullanılan ortalama ebeveyn-döl sayısı

3.25 ve 3.26 No lu formüller kullanılarak kalıtım derecesinin standart hatası aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$n_o = \frac{1}{(2-1)+(2-1)} [9 - \frac{6^2+3^2}{9}] + [9 - \frac{5^2+4^2}{9}] = 4.22$$

$$Sr = \frac{(1-0.374) [1+(4.22-1)0.374]}{\sqrt{1/2.4,22(4,22-1)(2-1)}} = 0.528$$

$h^2=2r$  ilişkisi, kalıtım derecesi ile korelasyon katsayısının standart hataları için de geçerlidir. Buna göre  $S h^2 = 0.39$  olarak bulunur.

#### **4. PATH (İZ) KATSAYISI, BELİRLEME KATSAYISI VE AKRABALIK**

##### **4.1. Path Katsayısı, Belirleme Katsayısı**

Korelasyon katsayısı, 2 özelliğin birlikte değişip değişmediğini ve değişiyorsa, derecesini gösterir. Özelliklerden birisi amil, diğeri sonuç olabileceği gibi, her ikisi de başka başka amillerin sonuçları olabilir. Örneğin, hemen bütün hayvan türlerinde göğüs çevresi ile canlı ağırlık arasında yüksek korelasyon vardır. Bu, sözkonusu iki özelliğin birbirine bağlı olarak değiştiği anlamına gelir. Söz edilen 2 özellik birbirinin amili değildir. Burada, bir hayvanın canlı ağırlığının fazla olmasına neden olan etmenler (yemleme, bakım, genotip gibi), göğüs çevresinin de fazla olmasını sonuçlamaktadır. İşte korelasyon katsayısının, her zaman amil ile sonuç arasındaki ilişkiyi belirtmemesi nedeni ile Stewal Wright (1921) tarafından sadece amil ile sonuç arasındaki ilişkiyi belirten path katsayısı geliştirilmiştir.

Path katsayısı, bir karakterin, karakterin oluşumuna etki eden özelliklerden her birine bağlı olarak değişme derecesini gösterir. Buna göre, path katsayısının yönü, amilden, sonuca doğru olup, özel diyagramlarda tek yönlü bir okla gösterilir. Oysa, korelasyon katsayısı, amil-sonuç ilişkisini belirtmediği için çift taraflı okla gösterilir



Bir populasyonda üzerinde çalışılan kantitatif bir özelliğin gösterdiği varyasyonun [standart sapmanın ( $\sigma_Y$ )] sadece sürekli varyasyon gösteren belli bir faktörden (örneğin A'dan) ileri gelen kısmının nisbi miktarına "path (iz)" katsayısı denir.

$$P_{YA} = \frac{\sigma_{YA}}{\sigma_Y} \dots\dots\dots 4.1 \text{ dir.}$$

Burada,  
 $P_{YA}^2$ = belirleme (determinasyon) katsayısı,  
 $\sigma_{YA}$ : Y'nin, sadece A amiline bağlı olarak (diğer amiller sabit tutulduğunda) gösterdiği değişim ölçüsü,  
 $\sigma_Y$ : Y özelliğinin, bütün faktörlerin etkisi ile gösterdiği varyasyonun standart sapma cinsinden ölçüsü.

Path katsayısı istatistik olarak hesaplanır.

Path katsayısı için verilen 4.1 Nolu eşitlik, populasyondan çekilen örneklerle uygulandığında;

$$P_{YA} = S_{YA} / S_Y \dots\dots\dots 4.2$$

$$S_{YA} = b \cdot S_A \dots\dots\dots 4.3$$

$$P_{YA} = b \cdot S_A / S_Y \dots\dots\dots 4.4$$

şeklinde yazılabilir. Burada;

$P_{YA}$  = İz katsayısı

$S_{YA}$ : A faktörüne ait standart sapmanın, Y özelliğinin ölçü birimi cinsinden ifadesi,

b: A'ya ait 1 standart sapmanın, Y'ye ait kaç standart sapmaya karşılık geldiğini gösteren katsayıdır.

4.4 No lu denklemdeki gösterimi ile iz katsayısı, standardize edilmiş kısmi regresyon katsayısıdır.

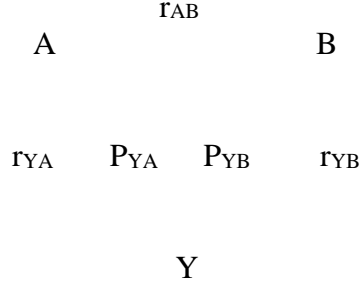
4.1.1. Kalıtım derecesi ile path katsayısı arasındaki ilişki;

$$h^2 = \sigma_G^2 / \sigma_P^2 \dots\dots\dots 4.5$$

4.5 No lu eşitliğin heriki tarafının karekökü alındığında;  $h = \sigma_G / \sigma_P$  olur. Bu ise, P nin, G'den gelen path katsayısıdır. Yani burada genotip amil, fenotip sonuç durumundadır. O halde, kalıtım derecesinin karekökü, path katsayısına eşittir.

4.1.2. Path katsayısının hesaplanması

Herhangibir Y özelliği bakımından gözlenen varyasyonda, sürekli varyasyon gösteren 2 ve daha fazla çevre faktörünün etki paylarını hesaplamak için Şekil 4.1'deki gibi bir diyagram kullanılır. Bu diyagram, path (iz) diyagramıdır.



Şekil 4.1. İki amilli bir sonuca ait path diyagramı

Şekil 4.1'de biribiri ile ilişki içinde olan A ve B gibi 2 çevre faktörü ele alınmıştır. Söz konusu ilişki ( $r_{AB}$ ), bu faktörleri birbirlerine bağlayan 2 taraflı ok ile gösterilmiştir. Y'nin, A'dan gelen iz katsayısı  $P_{YA}$ , B'den gelen iz katsayısı ise  $P_{YB}$  olup, tek taraflı oklarla belirtilmişlerdir. Ayrıca Şekil 4.2'de, söz konusu A ve B faktörleriyle özellikle (Y) arasında bulunması mümkün olan korelasyon katsayıları ( $r_{YA}$  ve  $r_{YB}$ ) da 2 taraflı oklarla gösterilmiştir. Diyagramdan aşağıdaki eşitlikler yazılabilir;

$$r_{YA} = P_{YA} + r_{AB} \cdot P_{YB}$$

$$r_{YB} = P_{YB} + r_{AB} \cdot P_{YA}$$

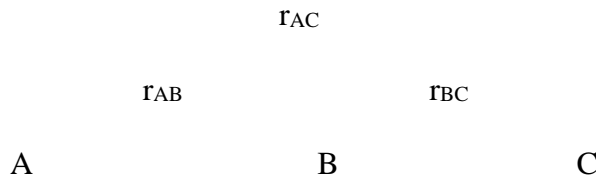
Burada faktörle özellik (amille sonuç) arasındaki korelasyon katsayısı, faktörden özelliğe giden iz ile, diğer yolların toplamına eşittir. A ile Y arasında  $P_{YA}$  'dan (iz katsayısından) başka, B üzerinden geçen bir yol daha vardır;  $r_{AB} \cdot P_{YB}$ . Yukarıdaki eşitliklerden birincisi, bunların toplamıdır. Üçüncü bir faktör ( C ) daha olsa, aşağıdaki eşitlikler yazılır;

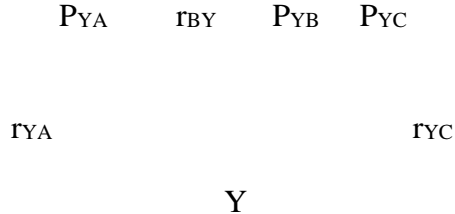
$$r_{YA} = P_{YA} + r_{AB} \cdot P_{YB} + r_{AC} + P_{YC}$$

$$r_{YB} = P_{YB} + r_{AB} \cdot P_{YA} + r_{BC} \cdot P_{YC}$$

$$r_{YC} = P_{YC} + r_{AC} \cdot P_{YA} + r_{CB} \cdot P_{YB}$$

Diyagram da Şekil 4.2'deki gibi olur;





Şekil 4. 2. Üç amilin etkili olduğu Y sonucuna ait path diyagramı

Yukarıdaki 3 eşitlikte korelasyon katsayıları, üzerinde çalışılan materyalden toplanan verilerden bilinen formüllerle kolayca hesaplanabilir. Böylece, sözkonusu eşitlikteki P katsayıları hesaplanabilir.

$$P_{YA} = \frac{r_{YA} - r_{AB}.r_{YB}}{1 - r_{AB}^2} \dots\dots 4.6$$

$$P_{YB} = \frac{r_{YB} - r_{AB}.r_{YA}}{1 - r_{AB}^2} \dots\dots 4.7$$

#### 4.2. Akrabalık

İki veya daha fazla şahsın genotiplerinin birbirine benzemesine” akrabalık” bu şahıslara da “akraba” denir. Yetiştiricilikte önemli olan, genellikle genetik çalışmalarda ölçülebilen, rakamlarla ifade edilebilen akrabalıklardır. Akraba şahısların genotiplerinin benzeme derecesi, veya 2 şahsın müşterek genlerinin nisbi miktarı ise, “akrabalık derecesi” olarak adlandırılır. O halde akraba olan 2 hayvanın genotipi, birbirine ne kadar çok benzerse, akrabalık dereceleri de o kadar yüksek olur. Ötedenberi akrabalığın derecesini bir rakamla ifade etmek için çok çalışılmıştır. Başlangıçta akrabalık derecesini belirtmekte generasyon sayısı esas alınmıştır. Yani, akrabalık derecesi “bu 2 şahıs 1 generasyon akraba”, “2 generasyon akraba” şeklinde söylenmiştir. Ancak, akrabalık derecesinin bu şekilde ifadesi anlamsızdır. Çünkü, 2 kardeşte olduğu gibi, akrabalar arasında mutlaka generasyon geçmemektedir. Ayrıca, aralarında aynı generasyon sayısı bulunan hayvanlar da, birbirleri ile mutlaka akraba değildirler. Örneğin “ana ile yavru arasında 1 generasyon akrabalık” denince, bu, bizim anladığımız anlamda (0.50) akrabalığa tekabül etmez. Çünkü, ana ile yavru arasındaki akrabalık her zaman % 50 değildir. Bazan, % 50’nin üzerine de çıkabilir.

Akrabalık derecesinin ölçülmesi için kullanılan formüller Wright (1921) tarafından geliştirilmiştir. Bu formüller, birbirleri ile

birleşen gametlerin (sperma ve yumurtanın), taşıdıkları genler bakımından birbirlerine olan benzerlik derecesine dayanır. O halde, birleşen gametlerin taşıdıkları genlerin ne kadarı müşterek ise, benzerlik de bununla ölçülür. Eğer bu genlerin % 25'i birbirinin aynı ise, o zaman bu gametler arasındaki benzerlik % 25'tir. Dolayısı ile, bu gametlere sahip olan şahısların birbirleri ile akrabalığının % 25 olduğu söylenir.

“Benzeme” denilen şey, aslında belirli bir seviyenin üzerindeki benzemedir. Bu seviyenin altında ortak olan çeşitli genler vardır. İşte bu seviyeye kadar populasyon içindeki tüm şahıslar aynı derecede birbirleri ile akrabadırlar. Bu seviyenin altında şahısların birbirlerine daha az veya daha çok akraba oldukları söylenemez. Şimdi bu seviyeyi aşalım. Bu seviyenin üzerinde örneğin 1. ve 2. şahıslarda üçer gen, 3. ve 4. Şahıslarda ise 10 ar gen birbirinin aynı olsun. Bu takdirde, 1. ve 2. nin birbirlerine benzeyişi, 3. ve 4.'nün benzeyişinden az olacaktır.

Genellikle, aynı tür ve aynı ırka mensup sürü üzerinde çalışılır. Bu populasyondaki hayvanların hepsinin müşterek olarak sahip olduğu bazı genler vardır. Örneğin, populasyondaki hayvanların aynı türden olmalarını sağlayan genler, o türdeki tüm hayvanlarda aynıdır. Örneğin, koyunun koyun olmasını sağlayan genler gibi. Bir de, bunların hepsinin aynı ırktan olmasını (örneğin Kıvırcık koyunu) sağlayan genler de hepsinde müşterektir. İşte, bu tür ve ırkı determine eden genler, yukarıda sözü edilen seviyenin altında olan, yani sürüdeki bütün hayvanlarda müşterek olan genlerdir. Akrabalık derecesinin belirlenmesinde, bunlar bizi ilgilendirmez. Bizim ilgileneceğimiz, sadece, bu seviyenin üzerinde olan genlerdir. Bunlar, tür ve ırktan daha başka özellikleri belirleyen genlerdir. Örneğin, bir populasyonu oluşturan şahısların genleri, süt verimini belirleyen genler bakımından farklıdır. Süt verimini belirleyen genler (eklemeli) bakımından populasyon içinde aynı olan hayvanlar da vardır. Bunlar, aynı atadan gelen hayvanlardır. Bir babadan meydana gelen yavrular, diğer bir babadan meydana gelen yavrulardan belli bir özellik bakımından daha fazla birbirlerine benzerler. Yani, daha fazla müşterek genleri vardır. Bu genler, biraz önce söz edilen seviyenin üstünde olan genlerdir. Eğer, böyle bir seviye ele alınmazsa, o zaman tüm populasyonu birbirleri ile akraba kabul etmek gerekir. O halde, genetik benzerliğin kaynağının müşterek cet olduğu söylenebilir. Çünkü, her şahıs, ebeveyninin sahip olduğu genlerin yarısından oluşan bir tesadüf numunesi ile doğar. Akrabalık derecesinin ölçüsü ise, müşterek cetlerin varlığına dayanır. Eğer 2 hayvanın müşterek cetlere

sahip olduğu bilinmezse, bunların akraba oldukları söylenemez. Bu nedenle, akrabalık derecesini tayin edebilmek için, mutlaka elde pedigrisi mevcut olmalıdır. Yani, genetik benzerliğin tayini için pedigriden yararlanmak zorunludur. Oysa, fenotipik benzerliğin tayini için bu gerekmemektedir. Fenotipik benzerlik, ele alınan 2 hayvanda, ele alınan özellik bakımından korelasyon katsayısı hesaplanarak tayin edilebilir. O halde, fenotipik benzerlik hesaplamada korelasyon katsayısından, genetik benzerlik hesaplamada ise path katsayısından yararlanılmaktadır. Ayrıca, tabii ki pedigrisi olmadan 2 hayvanın ne derece akraba olduğu da belirlenemez.

Pedigrili bir sürüde 2 hayvanın akraba olup olmadığını anlamak için her ikisinin de pedigrisi alınıp, karşılaştırılmalıdır. Eğer her 2 hayvana ait pedigride aynı bir cet bulunabilirse, bu 2 hayvanın birbirleri ile akraba olduğu söylenebilir (örneğin, birisinin babası, diğerinin büyükbabası v.b. olabilir). Bu 2 hayvanın genlerinin ne kadarının müşterek olduğunu, yani akrabalık derecesini bize, seviyenin üstündeki genlerin ne kadarının müşterek olduğu verir. Bu seviye, eldeki pedigrinin başlangıç generasyonudur. Zaten, 1 hayvanın ancak 4-5 generasyon öncesinden itibaren pedigrisi işletmede mevcuttur. İşte bu hayvanın dayandığı en ilk cettin bulunduğu generasyon, biraz önce bahsedilen seviye olarak alınır. Bu ilk generasyondan, ele alınan hayvana kadar geçen örneğin 15 yıl içinde eldeki hayvanların akrabalığı ne kadar artmıştır. Yani, kayıtlardaki ilk generasyondan, eldeki hayvanlara kadar müşterek hale geçen genlerin nisbi miktarı ne kadardır, başka bir deyişle akrabalık derecesi nedir.

#### 4.2.1. *Akrabalı yetiştirme derecesi*

Bir şahsın homozigot hale geçen genlerinin nisbi miktarına “akrabalı yetişme derecesi” denir. Tek bir şahsa ait özellik olup, o şahsın anası ile babasının akrabalık derecelerinin yarısına eşittir. Başka bir söyleyişle, anne ve babada müşterek olan heterozigot durumdaki genlerin ortalama olarak yarısı, döllerinde homozigot hale geçer. Örneğin “X şahsının akrabalı yetişme derecesi % 10’dur.” İfadesinden , X şahsının sahip olduğu genlerin % 10’unun homozigotlaşmış olduğu anlaşılır.

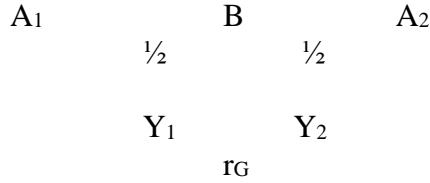
#### 4.2.2. *Ebeveyn -yavru, öz ve üvey kardeş akrabalık dereceleri* *Ebeveyn-yavru*

Genel olarak yavrunun, anaya ve babaya ait genlerin yarısını aldığı söylenebilir. Yalnız burada erkeklik ve dişilik bakımından farklılık vardır. Erkekler XY kromozomuna sahiptir. Y kromozomunda bizi ilgilendiren genler (verim özelliklerini belirleyen) yoktur. Erkek yavru, X kromozomunu anneden alır. Bu nedenle erkek yavru ile, ana arasında olan akrabalık ile, yine aynı erkek yavru ile

baba arasında olan akrabalık arasında fark vardır. Erkek yavrunun ana ile akrabalığı daha fazladır. Ancak, akrabalık hesaplarırken bu dikkate alınmaz. Çünkü, kantitatif karakterlere etki yapan o kadar çok gen vardır ki, bunlar arasında X kromozomu üzerindeki genlerin miktarı oransal olarak çok azdır. Ancak çok ince hesaplarda bu durum dikkate alınır. Böylece ana-yavru (baba-yavru) arasındaki akrabalık 0.50'dir. Torun ile dede arasındaki akrabalığın kesin olarak 0.25 olduğu söylenebilir. Çünkü, yavrunun babası, dedenin genlerinin yarısını almıştır. Bunun da  $\frac{1}{2}$ 'si yavruya geçtiğine göre torunla dedenin genlerinin  $0.5/2 = 0.25$  ini taşımaktadır. O halde her generasyon geçtikçe, bir hat boyunca dizilmiş olan akrabalarda ebeveyn ile yavru arasındaki müşterek genlerin miktarı (akrabalık) yarıya iner.

*Öz ve üvey kardeş*

Şimdiye kadar söylenenler, aynı hat üzerindeki, yani bir generasyon boyunca devam eden akrabalardır. Bir de, “diagonal akraba” denilen aynı hat üzerinde olmayan akrabalar vardır. Kardeşler gibi. Kardeşler, aynı yılda doğmuş olabilecekleri gibi, farklı yıllarda da doğmuş olabilirler. Ancak, ne şekilde olursa olsun, birbirlerinin yavrusu veya ebeveyni durumunda değildirler. Şimdi, ebeveynlerden bir tanesi müşterek olan, yani üvey kardeşleri ele alalım (Şekil 4. 3).

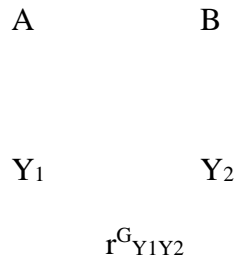


Şekil 4.3. İki üvey kardeşe ait path diyagramı ( $Y_1$  ve  $Y_2$ : 1. ve 2. kardeş,  $A_1$  ve  $A_2$ : 1. ve 2. kardeşin anneleri, B: Baba,  $r_G$ :  $Y_1$  ve  $Y_2$  arasındaki genetik korelasyon)

$Y_1$  ve  $Y_2$  yavrularının arasındaki genetik korelasyon;  
 Babanın  $Y_1$  genotipine etki payı  $\frac{1}{2}$ ,  $Y_2$ 'ye de etki payı  $\frac{1}{2}$ 'dir. Buna göre  $Y_1$  ve  $Y_2$  arasındaki genotipik benzerlik ;  
 $r_G = 1/2.1/2=1/4$  tür. Çünkü, müşterek amilleri bulunan 2 sonuç arasındaki korelasyon katsayısı, bu sonuçları müşterek amillerden geçerek birbirlerine bağlayan path'ların çarpımlarının toplamına eşittir.  $Y_1$ 'in babadan aldığı gen ile,  $Y_2$ 'nin babadan aldığı gen arasında hiç bir bağ yoktur. Yani,  $Y_1$ 'in babadan aldığı genler,  $Y_2$ 'nin babadan aldığı genlere bağlı değildir. Tesadüfen, babanın genotipini

oluşturan genlerin yarısı  $Y_1$ 'e, yarısı da  $Y_2$ 'ye gider. Yani, her yavru, babanın genlerinin tesadüfi bir yarısını taşır.  $Y_1$ 'in babanın genotipine sahip olma ihtimali  $1/2$ 'dir.  $Y_2$ 'nin de babanın genotipine sahip olma ihtimali  $1/2$ 'dir.  $Y_1$  ve  $Y_2$  nin birden müşterek ebeveynden dolayı (baba) sahip olduğu genlerin nisbi miktarı ise,  $1/2 \cdot 1/2 = 1/4$ 'tür. Bu  $1/4$ , bir ihtimal teoremidir ve ancak, sonsuzda gerçekleşir. Yani, eğer bir babanın sonsuz sayıda yavrusu varsa, ancak o zaman bu yavruların birbirlerine benzeme ihtimali  $1/4$ 'tür. Oysa bu, pratikte mümkün değildir. Örneğin 1 babanın sadece 2 yavrusu olsa, belki de bunların hiç müşterek geni olmayacaktır. Çünkü, her bir yavru babanın genotipinin tamamen başka yarısını almış olabilir. Dolayısı ile  $Y_1$  ve  $Y_2$  hiç müşterek gene sahip olmaz. Ya da, her 2 yavru da gamet bölünmeden, bu gametin başka başka analarla çiftleşmesinden meydana gelir. Bu takdirde, bu 2 üvey kardeşin, babaları bakımından benzeyişi % 100 olur. Yani her ikisi de, babalarının genotipinin aynısını taşırlar. O halde, üvey kardeşler arası benzerlik 0-100 arasında varyasyon gösterir. Bunun kesin olarak ne kadar olduğu bilinemediğinden,  $Y_1$  ve  $Y_2$  arasındaki genotipik benzerlik  $1/4$  olarak alınır. İşte diagonal akrabalık ile, bir hat üzerinde olan akrabalık arasındaki fark budur. Örneğin, bir doğru üzerindeki akrabalıkta, dede ile torun arasındaki akrabalığın kesin olarak 0.25 olduğu söylenebilir. Oysa diagonal akrabalıkta 2 üvey kardeş arasındaki akrabalığın 0.25 olduğu kesin değildir. Buna rağmen kesini bilinemediğinden yine 0.25 olarak kabul edilir.

Şekil 4.4'de iki özkardeşe ( $Y_1$  ve  $Y_2$ ) ait path diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 4.4. İki öz kardeşe ait part diyagramı ( $Y_1$  ve  $Y_2$ : 1. ve 2. kardeş, A ve B: İki kardeşin anne ve babaları,  $r_{Y_1Y_2}^G$ :  $Y_1$  ve  $Y_2$  arasındaki genetik korelasyon)

$$r_{Y_1Y_2}^G = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2} = 0.5$$

Yukarıdaki eşitlikte 2 öz kardeş arasındaki genetik benzerliğin 0.5 olduğu görülmektedir.

#### 4.2.3. Akrabalık derecesinin hesaplanması

2 hayvanın akrabalık derecesini hesaplamak için pedigrinde müşterek cet veya cetler bulunur ve ileride verilecek formüllere göre hesap yapılır. Bulunacak akrabalık derecesi, pedigrinde mevcut en gerideki generasyona nazaran nisbi mahiyettedir. Örneğin 0.05 bulunursa, bu değer, 2 hayvanın, örneğin 4 generasyon öncesine nazaran % 5 nispetinde müşterek gene sahip olduğunu gösterir. Yani, eğer 4 generasyon önce hayvanların ortalama olarak müştereken sahip buldukları genlerin nisbi miktarı sıfır kabul edilirse, bu 2 hayvandaki müşterek genler şimdi % 5 nisbetindedir. Ya da başka bir söyleyişle, bu 2 hayvanın müştereken sahip buldukları genlerin nisbi miktarında 4 generasyon öncesine nazaran % 5 nispetinde bir artış olmuştur.

2 şahsın akrabalık derecesinin hesaplanmasında Wright ve McPhee (1925)'nin bildirdiği aşağıdaki formülden yararlanılır.

$$r_{AB}^G = \frac{\sum (1/2)^{n_1+n_2+\dots+n_n} \cdot (1+F_i)}{\sqrt{(1+F_A)(1+F_B)}} \dots \dots \dots (4.8)$$

Formüldeki;

$n_1+n_2+\dots+n_n$ : i. müşterek cetten akrabalık derecesi hesaplanacak her bir şahsa kadar geçen generasyon sayılarının toplamıdır.

$F_i$ : i. Müşterek cettin akrabalı yetişme derecesi

$F_A$ : B ile olan akrabalık derecesi hesaplanacak olan A şahsının akrabalı yetişme derecesi

$F_B$ : A ile olan akrabalık derecesi hesaplanacak B şahsının akrabalı yetişme derecesi

*Formülü kullanma aşamaları;*

- Önce pedigriden yararlanarak, A ve B şahsına ait path diyagramı oluşturulur.

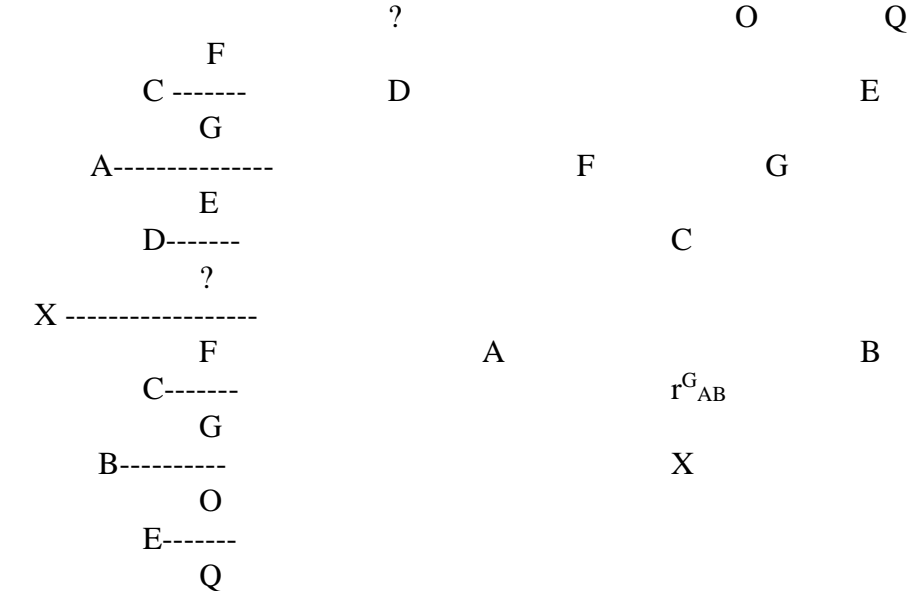
- Çizilen path diyagramı dikkatlice incelenerek müşterek cetler tespit edilir.



- 4.8 No lu formül için gerekli hesaplamaların yapılmasına geçilir.
- Path diyagramı, formül'ün her elemanı için ayrı ayrı dikkatlice incelenerek değerlendirilir.
- Bir ferdin akrabalı yetiştirilip yetiştirilmediğinin anlaşılması için, yine path diyagramı incelenerek o şahsın anne ve babasının akraba olup olmadığı (müşterek bir cetlerinin olup olmadığı) belirlenir. Bir şahsın akrabalı yetişme derecesi ise, basit olarak annesi ile babasının akrabalık derecesinin yarısına eşittir.
- Formüldeki  $(1/2)^{n_1+n_2+\dots+n_n} \cdot (1+F_i)$ , bir müşterek cet için yapıлып toplanır.

#### 4.2.3.1. Uygulamalar

- 1) Aşağıdaki pedigride, A ile B ve B ile X arasındaki akrabalıkları hesaplayınız



$r_{AB}^G = ?$      $r_{BX}^G = ?$   
 $r_{AB}^G = \text{nin hesaplanması:}$

A ile B nin, C ve E olmak üzere 2 müşterek cediti bulunmaktadır.  
4.8 No lu formül bu problem için aşağıdaki şekilde yazılır;

$$r_{AB}^G = \frac{\sum (1/2)^{n_1+n_2+\dots+n_n} \cdot (1+F_C)}{\sqrt{(1+F_A)(1+F_B)}} \dots\dots\dots 4.9$$

Önce formülün payı üzerinde durulur; Bu amaçla A ve B'nin, müşterek ceditleri olan C ve E'den kaynaklanan genetik benzerlikleri ayrı ayrı hesaplanıp toplanır. Hesaplama sırasında diyagramdan C ve E nin akrabalı yetiştirilip yetiştirilmedikleri ayrı ayrı incelenir. Diyagrama bakıldığında A'nın ve B'nin anne ve babalarının akraba olmadığı anlaşıldığından  $F_C = 0$  dir. Ayrıca yine diyagramdan ne A'nın annesi ile babasının, ne de B'nin annesi ile babasının akraba olmadığı görüldüğünden, ne A'nın ne de B'nin akrabalı yetiştirilmediği anlaşılmaktadır. Buna göre  $F_A = 0$ ,  $F_B = 0$  dir. Bu durumda yukarıdaki formülde;

$$r_{ABC}^G = (1/2)^{1+1} (1+F_C) = 0.25$$

$$r_{ABE}^G = (1/2)^{1+2} (1+F_E) = 0.125$$

$$\text{-----}$$

$$0.375$$

O halde  $r_{AB}^G = 0.375$  tir. Yani, A ve B'nin, C ve E müşterek ceditlere sahip olmaları dolayısı ile genetik benzerlikleri 0.375 tir. Bu defa 4.8 No lu formül gereği A ve B nin, kendilerinin akrabalı yetiştirilip yetiştirilmedikleri diyagramdan incelenir. Bu yapıldığında, A ve B nin her ikisinin de akrabalı yetiştirilmedikleri anlaşıldığı için, 4.8 No lu formülde  $F_A$  ve  $F_B = 0$  dir. O halde  $r_{AB}^G = 0.375$  olarak bulunmuş olur.

*$r_{BX}^G$ 'in hesaplanması*

B ile X'in müşterek ceditleri C, E ve B'dir.  
B ile X'in müşterek ceditleri olan B,C ve E akrabalı yetişmemişlerdir. Çünkü, anneleri ve babaları akraba değildir. Bu nedenle; 4.9 No lu formülde  $F_C = 0$ ,  $F_E = 0$ ,  $F_B = 0$  dir.

Payda için, aralarındaki genetik benzerlik araştırılan B ve X'in akrabalı yetiştirilip yetiştirilmediği diyagramdan incelenerek araştırılır. X'in ebeveynleri olan A ile B akraba olduklarından ( $r_{AB}^G = 0.375$ ) X akrabalı yetiştirilmiştir. B ise yetiştirilmemiştir. Daha önce

de söz edildiği gibi bir şahsın akrabalık yetiştirme derecesi, annesi ile babasının akrabalık derecesinin yarısına eşit olduğundan,  $F_X=0.375/2=0.1875$  tir.

Bütün bu bilgiler doğrultusunda hesaplananlar 4.8 No lu formüle aşağıdaki şekilde uyarlanarak  $r_{BX}^G = 0.6308$  olarak bulunur;

$$r_{BXC}^G = (1/2)^{1+1} (1+0) = 1/2 = 0.125$$

$$r_{BXE}^G = (1/2)^{1+3} (1+0) = 1/16 = 0.0625$$

$$r_{BXB}^G = (1/2)^{0+1} (1+0) = 1/2 = 0.50$$

$$\text{-----}$$

$$0.6875$$

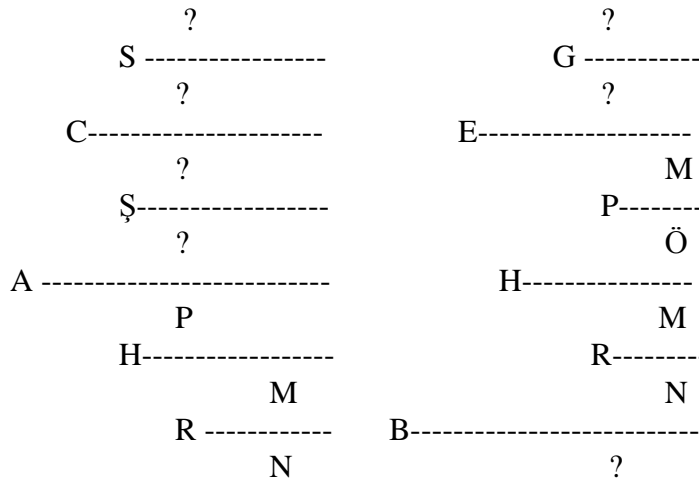
$$0.6875$$

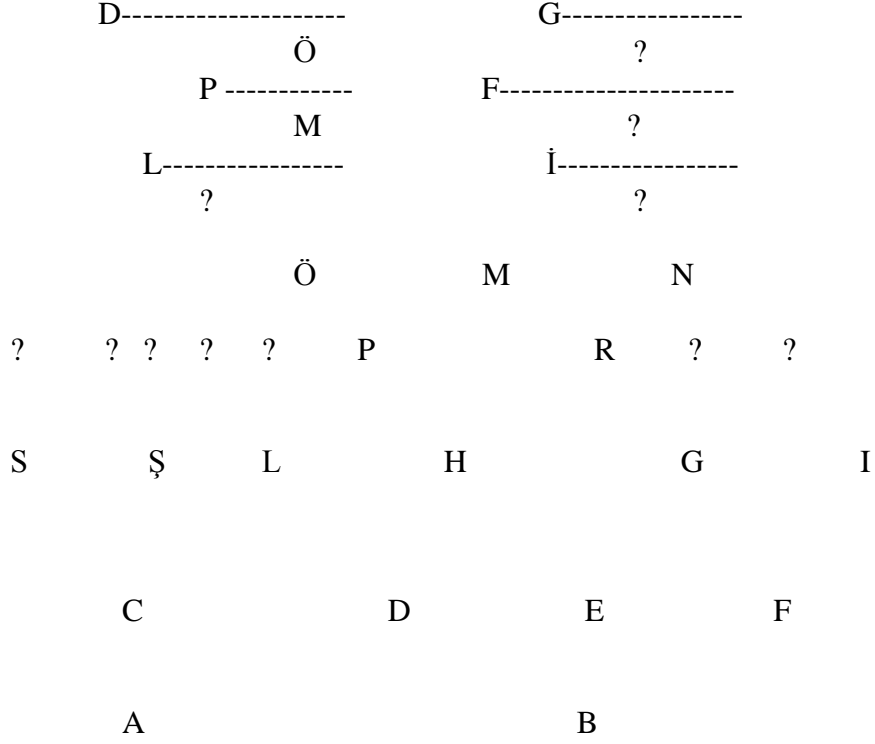
$$r_{BX}^G = \frac{0.6875}{\sqrt{(1+F_B)(1+0.1875)}} = 0.6308 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\sqrt{(1+F_B)(1+0.1875)}$$

*Diğer Uygulamalar: (4.8 No lu formül tüm örneklerde kullanılacaktır)*

1) Aşağıda pedigrileri verilen A ve B hayvanlarına ait akrabalık derecelerini hesaplayınız.





$$r_{AB}^G$$

Müşterek cet H, P, R, M

$$r_{GH}^G = (1/2)^{2+2} \cdot (1+0.25/2) = 0.0625 \times 1.125 = 0.0703$$

$$r_{GP}^G = (1/2)^{3+3+3} \cdot (1+0) = (1/2)^9 = 0.00195 \times 1 = 0.00195$$

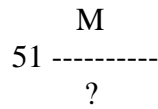
$$r_{GM}^G = (1/2)^{4+4+4} \cdot (1+0) = (1/2)^{12} = 0.000244$$

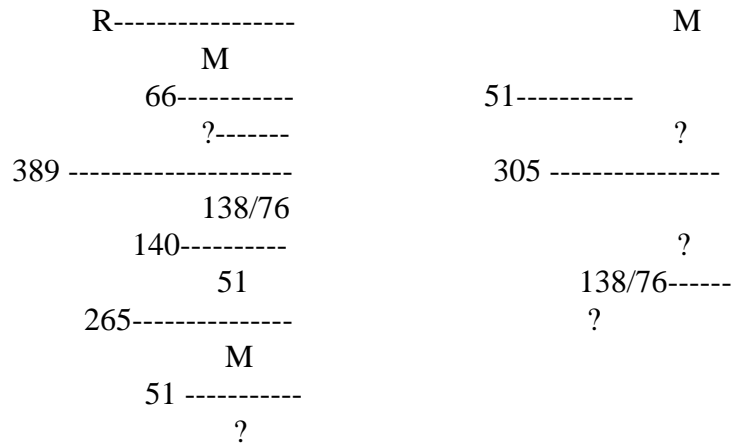
$$r_{GR}^G = (1/2)^{3+3} \cdot (1+0) = 0.01563$$

$$r_{AB}^G = \frac{0.0703 + 0.00195 + 0.000244 + 0.01563}{\sqrt{(1+0)(1+0.25/2)}}$$

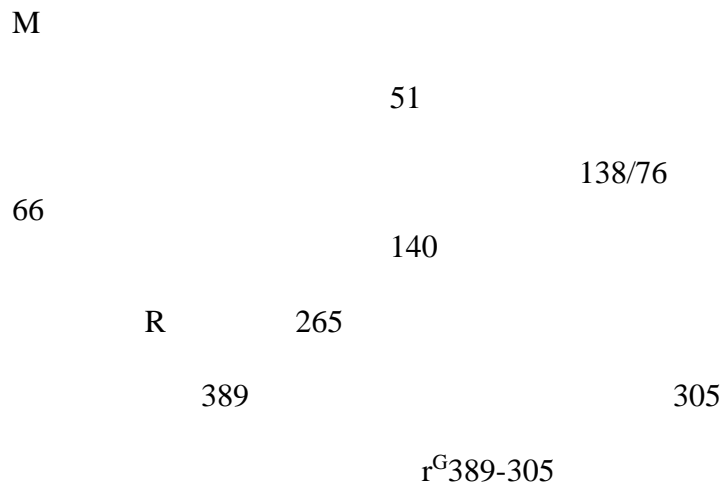
$$r_{AB}^G = 0.083$$

2) Aşağıda pedigrileri verilen 389 ve 305 numaralı hayvanların akrabalık derecelerini hesaplayınız.





Path diyagramı



Müşterek cet: 51, M, 138/76  
 $r_{51}^G = (1/2)^{1+2+3+2} \cdot (1+0) = 0.0039$   
 $r_M^G = (1/2)^{3+3+3+4+2} \cdot (1+0) = 0.00003052$

$$r_{138/76}^G = (1/2)^{3+1} \cdot (1+0) = 0.0625$$

$$\frac{0.06643}{0.06643}$$

$$r_{389-305}^G = \frac{0.06643}{\sqrt{(1+F_{389})(1+F_{305})}}$$

$$F_{305} = 0$$

$F_{389}$ 'nin hesaplanması gerekmektedir;

$$r_{R-265}^G = ?$$

Müşterek cet: 51, M

$$r_{51}^G = (1/2)^{1+1+2} \cdot (1+0) = 0.0625$$

$$r_M^G = (1/2)^{2+2+2+3} (1+0) = 0.00195$$

$$\frac{0.06445}{0.06445}$$

$$0.06445$$

$$r_{R-265}^G = \frac{0.06445}{\sqrt{(1+0.25/2)(1+F_{265})}}$$

$F_{265} = 0,50$  dir. Çünkü, 265'in babası, annesinin ebeveyni durumundadır.

$$0,06445$$

$$R_{R-265}^G = \frac{0,06445}{\sqrt{(1+0,25/2)(1+0,50/2)}} = 0,0543$$

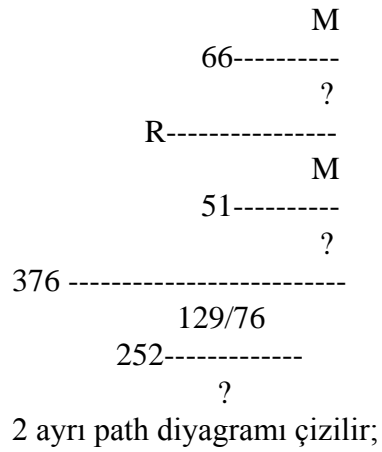
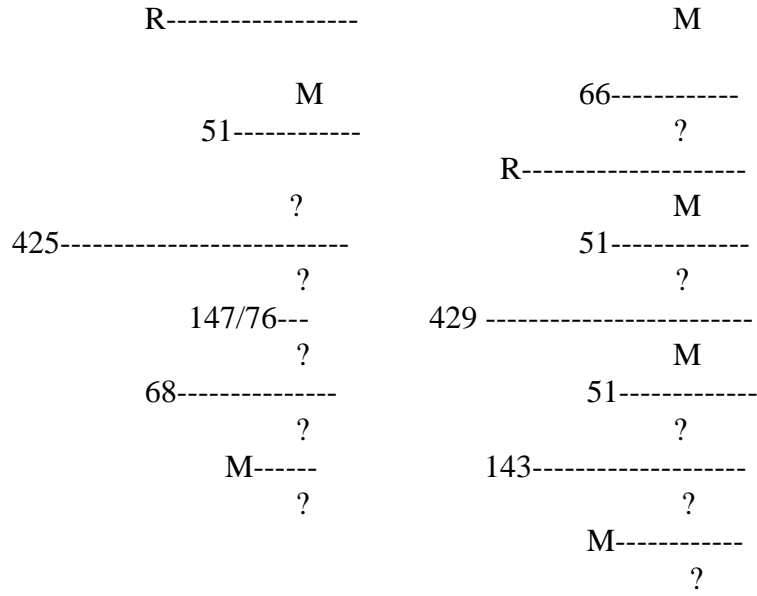
$$F_{389} = 0.0543/2 = 0.027$$

$$0.066463$$

$$r_{389-305}^G = \frac{0.066463}{\sqrt{(1+0.027)(1+0)}} = 0.0656$$

3) Aşağıda pedigrileri verilen 425-429, 376-429 Nolu hayvanların akrabalık derecelerini hesaplayınız.

$$\frac{M}{66 \text{-----}} \\ ?$$



M

129/76

66

51

	252	R			143
			376	429	
			$r^G_{376-429}$		
147/76		M			
68	66	51			
					143
		R			
	425		429		
			$r^G_{425-429}$		

$r^G_{425-429}$  hesabı:  
Müşterek cet: M ve 51

$$r^G_{425-429M} = (1/2)^{3+3+3+2+2} \cdot (1+0) = (1/2)^{15} = 0,00003051$$

$$r^G_{425-42951} = (1/2)^{2+2+2} \cdot (1+0) = 0,015625$$

$$\begin{array}{r} 0,015625 \\ \hline 0,015655 \end{array}$$

$$r^G_{425-429} = \frac{0,0158555}{\sqrt{(1+F_{425})(1+F_{429})}}$$

425'in annesi ile babası akraba,  
429'un annesi ile babası akraba. O halde,  $F_{425}$  ve  $F_{429}$ 'un hesaplanması gerekmektedir;

$F_{425}$  in hesabı:  
 $r^G_{68-R}$  için müşterek cet M'dir.



$$r^G_{68-R} = (1/2)^{1+2+2} \cdot (1+0) = 0,03125$$

$$r^G_{68-R} = \frac{0,03125}{\sqrt{(1+0)(1+0,25/2)}} = 0,0294$$

$$F_{425} = \frac{0,0294}{2} = 0,147$$

*F<sub>429</sub> hesabı:*

Bunun için 429'un anne ve babası olan 51 ve 143'ün akrabalık derecesi hesaplanıp, 2 ye bölünecektir.

$r^G_{51-143}$  için müşterek cet : M ve 51

$$r^G_{51-143} M = (1/2)^{1+2+2+2} \cdot (1+0) = 0,0078$$

$$r^G_{51-143} 51 = (1/2)^{0+1} \cdot (1+0) = 0,50$$

$$\frac{0,2578}{0,2578}$$

$$r^G_{51-143} = \frac{0,2578}{\sqrt{(1+0,25/2)(1+0,50/2)}} = 0,2173$$

$$F_{429} = 0,2173/2 = 0,108$$

$$r^G_{425-429} = \frac{0,0156555}{\sqrt{(1+0,147)(1+0,108)}} = 0,013887$$

*r<sup>G</sup><sub>376-429</sub>'un hesabı*

Müşterek cet: R,M,51

$$r^G_{429-376} R = (1/2)^{1+1} \cdot (1+0,25) = 0,28125$$

$$r^G_{429-376} M = (1/2)^{3+3+3+2} \cdot (1+0) = 1/2048 = 0,000488$$

$$r^G_{429-376} 51 = (1/2)^{2+2+2} \cdot (1+0) = 0,15625$$

$$0,437988$$

$$r^G_{429-376} = \frac{0,437988}{\sqrt{(1+F_{376})(1+F_{429})}}$$

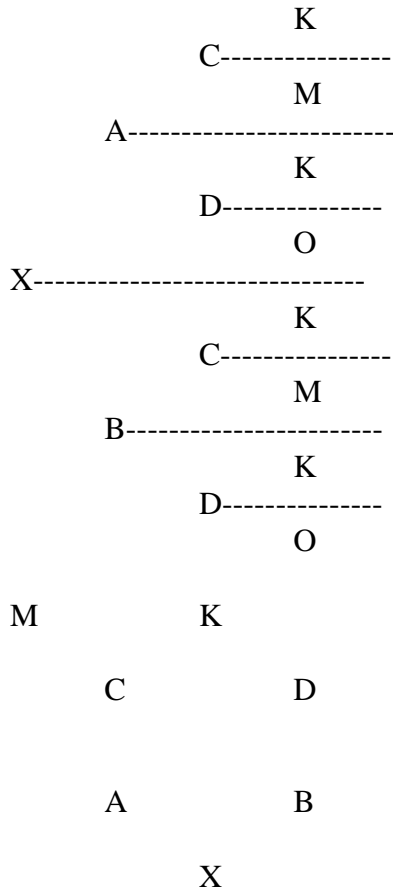
$F_{376} = 0$  (Path diyagramında görülmektedir).

$F_{429} = 0,108$  olarak yukarıda hesaplanmıştı.

$$0,437988$$

$$r_{376-429}^G = \frac{\dots}{\sqrt{(1+0)(1+0,108)}} = 0,4160$$

4) Aşağıdaki pedigrîye ait path diyagramını çizip,  $r_{AX}^G$ 'i hesaplayınız.



1)  $r_{AB}^G = ?$

Müşterek cet: C, D ve Kdır.

$$r_{ABC}^G = (1/2)^{1+1} = (1/2)^2 = 1/4 = 0.25$$

$$r_{ABD}^G = (1/2)^{1+1} = 0.25$$

$$r_{ABK}^G = (1/2)^{2+2+2+2} = 1/256 = 0.003906$$

$$\frac{0.5039}{\dots}$$

$$r_{AB}^G = \frac{0.503}{\dots} = 0.447$$

$$\sqrt{(1+0.25/2)(1+0.25/2)}$$

2)  $r_{AX}^G = ?$

Müşterek cet: A, C, D, K dir.

$$\begin{aligned} r_{AXA}^G &= (1/2)^{0+1} \times (1+0.25/2) = 0.562 \\ r_{AXC}^G &= (1/2)^{1+2} \times (1+0) = 0.125+0 = 0.125 \\ r_{AXD}^G &= (1/2)^{1+2} \times (1+0) = 0.125 \\ r_{AXK}^G &= (1/2)^{2+3+2+3} \times (1+0) = 0.000976 \end{aligned}$$

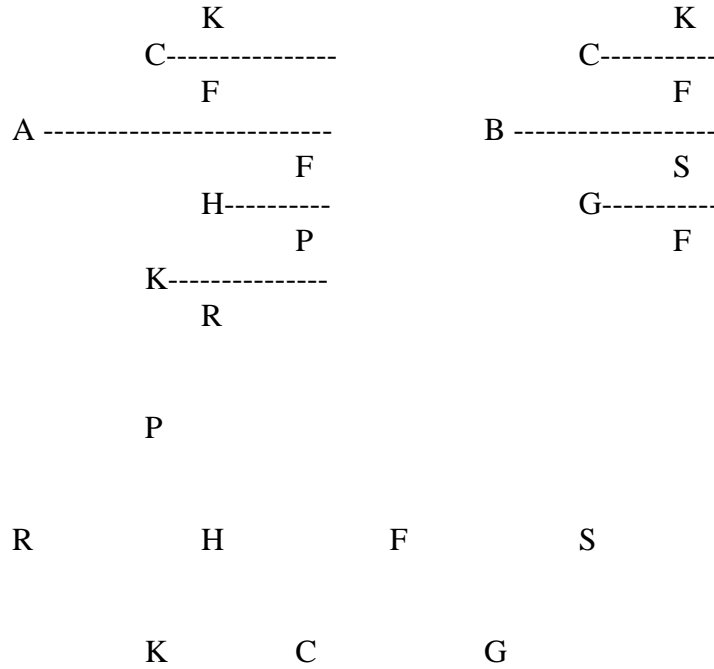
$$\text{-----}$$

$$0.812976$$

$$r_{AX}^G = \frac{0.812976}{\text{-----}} = 0.693 \quad r_{AX}^G = 0.693$$

$$\sqrt{(1+0.25/2)(1+0.4479/2)}$$

5) Aşağıda pedigrisi verilen A ve B hayvanlarının akrabalık derecesini hesaplayınız.



A                      B

$$r_{AB}^G$$

C, F ve K'nın A ve B için müşterek cet konumunda oldukları, path diyagramından anlaşılmaktadır.

$$\begin{aligned} r_{ABC}^G &= (1/2)^{1+1} (0,25/2) &&= 0,28125 \\ r_{ABF}^G &= (1/2)^{2+3+2+2} \times (1+0) &&= 0,0195 \\ r_{ABK}^G &= (1/2)^{1+2+2} \times (1+0) &&= 0,03125 \\ &&&----- \\ &&&0,31445 \end{aligned}$$

$$r_{AB}^G = \frac{0,31445}{\sqrt{(1+F_A)(1+0,25/2)}}$$

$F_A = r_{KC}^G / 2$  dir. O halde K ile C nin akrabalığının ( $r_{KC}^G$ 'nin) hesaplanıp 2 ye bölünmesi gerekmektedir.

K ile C nin müşterek cetleri K ve F'dir (Bak, path diyagramı)

$$\begin{aligned} r_{KC}^G &= (1/2)^{0+1} = 0,5 \\ r_{KCF}^G &= (1/2)^{2+1} = 0,125 \\ &----- \\ &0,625 \end{aligned}$$

$F_C$ ; C'nin anne ve babsı olan K ile F akrabadır. O halde C akrabalı yetiştirilmiştir. K ile F'nin müşterek cetti F'dir;

$$\begin{aligned} r_{KFF}^G &= (1/2)^{0+2} (1+0) = 0,25 \\ F_C &= 0,25/2 = 0,125 \end{aligned}$$

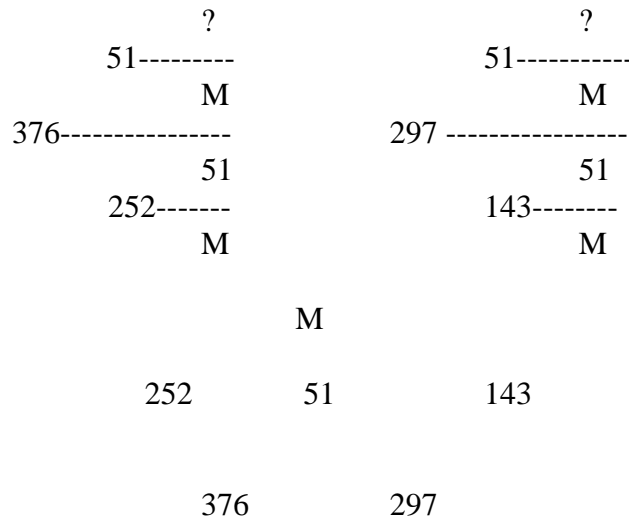
$$r_{KC}^G = \frac{0,625}{\sqrt{(1+0,25/2)(1+F_K)}} = 0,5893$$

$F_A = 0,5893/2 = 0,277$  olarak bulunur. Bulunan  $F_A$  ya ait değer 1 numaralı formülde yerine konulduğunda;

$$0,31445$$

$$r_{AB}^G = \frac{0.261}{\sqrt{(1+0.277)(1+0.25/2)}} = 0.261 \text{ elde edilir.}$$

6) Aşağıda 2 pedigrilere ait path diyagramlarını çizip,  $r_{376-297}^G$  ve  $r_{51-376}^G$ 'yi hesaplayınız.



$$r_{376-297}^G$$

$r_{376-297}^G$  için hesaplar:

Path diyagramından 376 ve 297 numaralı hayvanların müşterek cetlerinin 51 ve M olduğu görülmektedir.

$$r_{376-297}^G_{51} = (1/2)^{1+1} \cdot (1+F_{51}) = 1/4 = 0.25$$

$$r_{376-297}^G_M = (1/2)^{2+2+2+2+3+3} \cdot (1+F_M) = 1/16 = 0.000061$$

$$\frac{0.250}{0.250}$$

$$r_{376-297}^G = \frac{0.250}{\sqrt{(1+F_{376})(1+F_{297})}}$$

$$\sqrt{(1+F_{376})(1+F_{297})}$$

$F_{376}$  ve  $F_{297}$  akrabalı yetiştirilmişlerdir. Çünkü, path diyagramında da görüldüğü gibi,  $F_{376}$ 'nin anne ve babası olan 252 ile 51, 297'nin annesi

ve babası olan 143 ve 51 akrabalarıdır. O halde  $F_{376}$  ve  $F_{297}$  yi hesaplamak gerekmektedir.

$$F_{376} = r_{252-51}^G / 2, \quad F_{297} = r_{51-143}^G / 2 \text{ dir.}$$

$F_{376}$  nın hesaplanması:

O halde  $r^G_{252-51}$  ' in hesaplanması gerekmektedir;

51 ile 252 nin müşterek cetlerinin M ve 51 olduğu path diyagramından anlaşılmaktadır.

$$r^G_{252-51}M = (1/2)^{1+1} = (1/2)^2 = 0.25$$

$$r^G_{252-51}51 = (1/2)^{0+1} = (1/2)^1 = 0.50$$

$$\frac{0.75}{-----}$$

$$F_{376} = 0.75/2 = 0.375$$

$$F_{376} = F_{297} \text{ olduğundan, } F_{297} = 0.375$$

$F_{376}$  ve  $F_{297}$ 'nin bulunan bu değerleri 1 numaralı formülde yerine konulur;

$$0.3125$$

$$r^G_{376-297} = \frac{0.3125}{-----} = 0.227$$

$$\sqrt{(1+0.375)(1+0.375)}$$

$r^G_{51-376}$  'in hesaplanması;

51 ve 376 nin müşterek cetlerinin M ve 51 olduğu path diyagramında görülmektedir.

$$r^G_{376-51} M = (1/2)^{2+1+3} = 1/64 = 0.0156$$

$$r^G_{376-51} 51 = (1/2)^{1+0} = (1/2) = 0.50$$

$$\frac{0.5156}{-----}$$

$$F_{376} = 0.375 \text{ idi.}$$

$$0.5156$$

$$0.5156$$

$$r^G_{376-51} = \frac{0.5156}{-----} = \frac{0.5156}{-----} = 0.4397$$

$$\sqrt{1+F_{376}/2)(1+0)}$$

$$\sqrt{(1+0.375)}$$

#### 4.2.4. Populasyonda akrabalık

Her populasyonda zaman zaman ortalama akrabalık derecesi hesaplanmalıdır. Çünkü, sıkı akrabalı yetiştirmenin, öncelikle düşük kalıtım dereceli karakterlerde olmak üzere, birçok kantitatif verimde düşme meydana getirdiği ve düşüşün akrabalı yetiştirme derecesinin artışına paralel olarak yükseldiği bilinmektedir (Foley ve

ark., 1972; Etgen ve Reaves, 1978; Düzgüneş, 1976). Robertson (1954), akrabalı yetiştirme derecesinin her %10 artışına karşılık, ekonomik önemi olan kantitatif özelliklerde %3.2 düzeyinde düşme olacağını bildirmektedir. Kalıtım derecesinin çok düşük olması nedeni ile döl verimi, akrabalı yetişmeden en önce ve en fazla etkilenen özelliktir. Bu tür etkinin söz konusu olduğu işletmeler, düşük döl verimi nedeni ile ekonomik kayba uğrarlar. Ayrıca sürüde her generasyonda yeter sayıda döl elde edilemediği için, seleksiyon üstünlüğü ve dolayısı ile de, genetik ilerleme hızı düşer. Sürünün mevcudunu koruyabilmek için, her generasyonda belli sayıda dişi kullanmak zorunlu olduğuna göre, dışarıdan damızlık hayvan almayan ve akraba hatlar oluşturulmayan bir sürüde, yakın akrabalı yetiştirme olumsuz etkisinden kaçınabilmenin yegane yolu, baba sayısını fazla tutmaktır. Dışarıdan damızlık girişi olmayan, yani kapalı sürülerde, yakın akrabaların çiftleştirilmemesine özellikle dikkat edilse bile, yine de, generasyondan generasyona sürünün akrabalık derecesinde artış olur. Bu artışın hızı, kullanılan baba sayısı azaldıkça artar. Bu nedenle, bir sürüde uygulanan çiftleştirme metodlarının denetlenmesini sağlamak ve gerekli önlemleri almak için, o sürüye ait ortalama akrabalık derecesinin, zaman zaman hesaplanmasında yarar vardır.

Bir populasyonda akrabalık derecesi herhangi bir zararlı etki görülmeden de artabilir. Akrabalık derecesinin herhangi bir zararlı etki göstermeden artması; Populasyondaki letal genlerin az oluşuna, yetiştirme az sayıda erkek damızlığa dayandığına, kan hattına göre yetiştirme yapıldığına, genetik varyasyonun kısmen de olsa, azalma eğilimi gösterdiğine delalet eder. Ortalama akrabalık derecesi, bir populasyonu oluşturan şahısların birbirleri ile olan akrabalıklarının ortalamasıdır.

Populasyondaki bütün şahısların 2 şer 2 şer karşı karşıya getirilerek akrabalıklarının hesaplanması için, n kadar şahıs bulunduran bir populasyonda, aşağıdaki formülle hesaplanacak sayıda eş meydana getirilerek her şahsın, diğer şahıslarla akrabalıklarının hesaplanması gerekir.

$$n(n-1)/2. \dots\dots\dots 4.10$$

Eğer sürü 400 başlık ise, bu;  $400.399/2 = 79800$  akrabalık hesaplanacaktır. Bu, çok zor bir iştir. Elde 1 generasyon pedigrisi bulunduğunda çok zor değil. Çünkü bu durumda, eğer populasyondaki baba grubu da biliniyorsa, her bir baba grubu içindeki hayvanların birbirleri ile 0.25 oranında akraba oldukları da bilinmektedir. Eğer

ayrı baba gruplarından hayvanlar birbirleri ile çiftleştiriliyorsa, bunların da akrabalıklarının sıfır olduğu bilinmektedir. Böylece, genel olarak elde bir generasyon pedigrisi olduğunda popülasyonun akrabalık derecesini hesaplamak mümkün olur. Ama, örneğin 4 generasyon akrabalığı bilinen bir sürüde ortalama akrabalık derecesini hesaplamak bu kadar kolay değildir. O zaman, belki de 79800 hayvanı karşı karşıya getirip akrabalık derecelerini hesaplamak mümkün olmaz. Bunun için de, popülasyon içinden bir tesadüf numunesi alınır. Örneğin, alınan tesadüf numunesi 25 baş ise, bu defa  $25 \cdot 24 / 2 = 300$  çiftte ait akrabalık derecelerinin hesaplanıp, bunların ortalamalarının alınması ile bu popülasyonun ortalama akrabalık derecesi bulunmuş olur.

#### 3.2.4.1. Net akrabalık

Bir sürünün genetik analizi yapılırken, sürüyü oluşturan bireylerin baba-bir üvey kardeş grupları oluşturması halinde, ortalama akrabalık derecesi yerine, net akrabalık derecesinin kullanılması, daha doğru olur. Çünkü, her bir aile içindeki akrabalık ile, tüm aile grupları birlikte dikkate alındığındaki akrabalık birbirine eşit değildir. Bunun nedeni, bir baba ailesi içindeki hayvanların birbirleri ile akrabalık derecelerinin, bunların annelerinin, birbirleriyle veya diğer ailedeki annelerle, ya da babalarının diğer ailelerin babaları ile akraba olup olmamalarına ve akrabalık derecelerine bağlı olarak değişmesidir. Normalde üvey kardeşler arası akrabalık derecesi 0.25'tir. Ancak, eğer sürü içinde bir ailenin babası olan boğa ile ve/veya farklı baba gruplarında yer alan inekler birbirleri ile akraba iseler, her iki baba grubunda yer alan dölleri birbirleriyle akraba olurlar. Bu da, sürüdeki genel akrabalığın 0.25'ten daha küçük olarak değerlendirilmesini sonuçlar. Benzer şekilde, aynı baba ile çiftleşen anneler arasında akraba olanlar varsa, akrabalık derecesi 0.25'ten büyük olur. Bu nedenle, özellikle akrabaların birbirlerine benzeyişlerinden yararlanarak kalıtım derecesi hesaplamada net akrabalık derecesinden yararlanır. Net akrabalığın hesaplanmasında ise Lush (Lush, 1945) tarafından bildirilen aşağıdaki formül kullanılır;

$$r^G = \frac{r^{G_2} - r^{G_1}}{1 - r^{G_1}} \dots \dots \dots 4.11$$

Formülde;

$r^G$  = Materyaldeki baba-bir üvey kardeşlerin net akrabalık derecesi,

$r^{G_2}$ : Aile içindeki şahısların birbirleri ile olan ortalama akrabalık derecesi



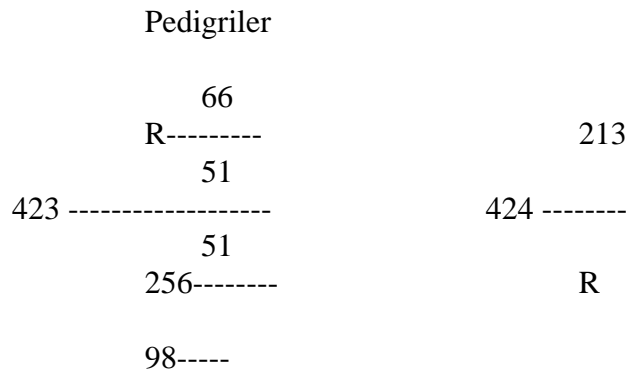
$r^G_1$ : Farklı baba gruplarında yer alan hayvanların ortalama akrabalık derecesi.

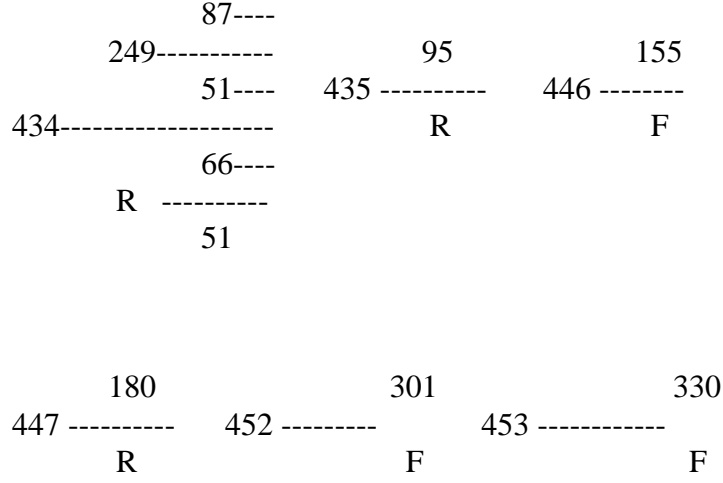
Ancak böyle akraba gruplardan oluşan bir populasyonda ortalama ve net akrabalık derecesi hesaplamak üzere bir tesadüf numunesi çekerken, her baba grubundaki döl sayısı ile orantılı olarak çekilmelidir. 4.10 No lu formül ile hangi sayıda çifte ait akrabalık derecesini hesaplamak gerektiği belirlenir. Örneği oluşturan bireyler babalarına göre gruplanır. Her eşe ait akrabalık derecesinin hesaplanmasında Wright ve McPhee (1925)'nin bildirdiği 4.8 No lu formülden yararlanılır.

Ortalama ve net akrabalığın hesaplanması aşağıda 2 ayrı örnek ile gösterilecektir.

#### 3.2.4.1.1. Uygulamalar

- 1) Pedigrili bir sürünün ortalama ve net akrabalık derecelerinin hesaplanması amacıyla, sürüden 8 hayvandan oluşan bir örnek çekilmiştir. Bu hayvanlara ait yetiştirme kayıtlarından yararlanarak belirlenen pedigriler aşağıda verilmiştir.





Hesaplamada kolaylık sağlamak ve akrabalığı hesaplanacak eşlerde muhtemel yanlışları önlemek amacıyla, önce örneğe dahil hayvanlara ait numaralar Çizelge 4.1’de görüldüğü şekilde yerleştirilir.

Eşlere ait akrabalık dereceleri hesaplanıp yerlerine yazılır. Hesaplanan 28 akrabalık derecesinin ortalaması alınarak sürünün ortalama akrabalık derecesi bulunur.

Net akrabalık derecesi için ise, Çizelge 4.1 de görüldüğü gibi Baba I ve baba II grup içi genetik benzerlik derecelerinin (sırası ile  $r^{G2_1}$  ve  $r^{G2_2}$ ) hesaplanması için her grupta hesaplanan akrabalık derecelerinin ortalaması alınır. Aynı şekilde baba grupları arası ortalama akrabalık derecesi de, yine Çizelge 4.1’de gösterildiği gibi, hesaplanan 15 adet akrabalık derecesinin ortalaması alınmak sureti ile bulunur. Daha sonra hesaplanan değerler Çizelge 4.2’de görüldüğü şekilde yerleştirilir. Bu çizelgeden, sürü için net akrabalık derecesini hesaplamakta kullanmak üzere, her hesaplama grubundaki eş sayısı ile tartılı ortalama baba grupları içi ( $r^{G_2}$ ) ve baba grupları arası ( $r^{G_1}$ ) genetik benzerlik dereceleri hesaplanır. Bulunan bu son 2 değer 4.11 No lu formülde yerine konulmak sureti ile sürünün net akrabalık derecesi bulunur. Şimdi bu söylenenlerin gerçekleştirilmesi, sıra ile aşağıda verilmiştir;

Çizelge 4.1. Pedigri bilgileri karşı karşıya getirilerek akrabalık derecesi hesaplanacak eşler

Baba	Döl	423	424	434	435	447	453	446	452
I	423	-	0.249	0.495	0.249	0.250	0	0	0

	424	-	-	0.242	0.25	0.25	0	0	0
	434	-	-	-	0.25	0.25	0	0	0
		n	3				n	15	
		$r^{G2}_1$	0.328				$r^{G1}_1$	0.099	
II	435	-	-	-	-	0.25	0	0	0
	447	-	-	-	-	-	0	0	0
	453	-	-	-	-	-	-	0.25	0.25
	446	-	-	-	-	-	-	-	0.25
	452	-	-	-	-	-	-	-	-
							n = 10		
							$r^{G2}_2=0.10$		

Ortalama akrabalık derecesi ( $r^{G_{ort.}}$ ) =  $0.249 + \dots + 0.25 / 28 = 0.124$

Çizelge 4.2. Gruplar içi ve gruplar arası eş gruplarında akrabalık derecesi ortalamaları

Grup içi		Gruplar arası	
Eş sayısı	$r^{G2}$	Eş sayısı	$r^{G1}$
3	0.328	15	0.09997
10	0.1000		
Toplam 13		15	
Genel ort. 0.1526		0.09997	
(eş sayısı ile tartılı)			

$$r^{G_{NET}} = \frac{0.1526 - 0.09997}{1 - 0.09997} = 0.058 \text{ olarak bulunur.}$$

- 2) Bir sığır sürüsünün ortalama ve net akrabalık derecelerini hesaplamak amacı ile sürüden, babaların sürüdeki kullanım yoğunluğu dikkate alınarak 6 baba grubundaki toplam 31 hayvan rastgele seçilmiştir. Sürünün ortalama ve net akrabalık derecelerini hesaplamak amacı ile 31 hayvan 2 şer 2 şer karşı karşıya getirilerek 465 çift [ $n(n - 1) / 2 = 31(31-1) / 2=465$ ] oluşturulmuştur. 465 çifte ait path diyagramları çizilerek akrabalık dereceleri hesaplanmış ve Çizelge 4.3'de verilmiştir

Çizelge 4.3. Hesaplanan akrabalık dereceleri

Babalar	Döller	Baba I	BabaII	Baba III	Baba IV	Baba V	Baba VI
I	1, 2,3,4,5, 6	Döller 1,2,3,4 5,6	Döller 7,8,9, 10,11,1 2,13	Döller 14,15, 16,17	Döller 18,19, 20,21, 22,23, 24	Döller 25,26, 27,28, 29,30	Döller 31
		n=15 $r^G_2=$ 0.25	n=42 $r^G_1=0$	n=24 $r^G_1=0$	n=42 $r^G_1=0$	n=36 $r^G_1=$ 0.062 5	n=6 $r^G_1=0$
II	7,8,9, 10,11, 12,13		n=21 $r^G_2=$ 0.2529	n=28 $r^G_1=0$	n=49 $r^G_1=0$	n=42 $r^G_1=0$	n=7 $r^G_1=0$
III	14,15, 16,17			n=6 $r^G_2=$ 0.312 5	n=28 $r^G_1=$ 0.044 6	n=24 $r^G_1=$ 0.052	n=4 $r^G_1=$ 0.022
IV	18, 19, 20, 21, 22, 23, 24				n=21 $r^G_2=$ 0.256	n=42 $r^G_1=$ 0.034	n=7 $r^G_1=$ 0.119
V	25,26, 27,28, 29,30					n=15 $r^G_2=$ 0.262	n=6 $r^G_1=$ 0.025
VI	31						

Sürünün ortalama akrabalık derecesi 435 çiftin akrabalık derecelerinin ortalamasını hesaplamak sureti ile 0.084 olarak belirlenmiştir.

Net akrabalık derecesini hesaplama şeklini göstermek amacı ile Çizelge 4.3'de hesaplanan değerleri kullanarak Çizelge 4.4 düzenlenmiştir.

Çizelge 4.4. Gruplar içi ve gruplar arası eş gruplarında akrabalık derecesi ortalamaları

Gruplar içi	Gruplar arası
-------------	---------------

Eş sayısı	$r^G_2(x)$	Eş sayısı	$r^G_1(x)$
15	0.25	42	0.0
21	0.2529	24	0.0
6	0.3125	42	0.0
21	0.256	36	0.0625
15	0.262	6	0.0
		28	0.0
		49	0.0
		42	0.0
		7	0.0
		28	0.0446
		24	0.052
		4	0.022
		42	0.034
		7	0.119
		6	0.025

---

Toplam	78	387
Genel ort.	0.2595	0.018

---

(x) Eş gruplarında akrabalık derecesi ortalaması

$r^G_{1ort.}$  ve  $r^G_{2ort.}$ 'in hesaplama şekli (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'den izleyiniz) aşağıda açık olarak gösterilmiştir.

$$r^G_{1ort} = \frac{(42 \times 0) + (24 \times 0) + (42 \times 0) + (36 \times 0.0625) + (6 \times 0) + (28 \times 0) + (49 \times 0) + (42 \times 0) + (7 \times 0) + (28 \times 0.0446) + (24 \times 0.052) + (4 \times 0.022) + (42 \times 0.034) + (7 \times 0.119) + (6 \times 0.025)}{387}$$

$$r^G_{1ort} = 0.018$$

$$r^G_{2ort.} = \frac{(15 \times 0.25) + (21 \times 0.2529) + (6 \times 0.3125) + (21 \times 0.256) + (15 \times 0.262)}{78}$$

$$r_{2\text{ort}}^G = 0.2595$$

Baba grupları içindeki hayvanların birbirleri ile akrabalık derecesi ortalaması  $r_{2\text{ort}}^G=0.2595$  dır (Çizelge 4.4). Baba grupları arası akrabalık derecesi ortalaması ise  $r_{1\text{ort}}^G=0.018$  olarak belirlenmiştir.

4.11 No lu formül kullanılarak;

$$r_{\text{net}}^G = \frac{0.2595 - 0.018}{1 - 0.018} = 0.245 \text{ olarak bulunur.}$$

- 3) Amasyanın Suluova İlçesindeki bir özel işletmedeki 92 başlık İsrail Friesian sürüsüne ait ortalama ve net akrabalık dereceleri 1976-1989 periyodu yetiştirme kayıtlarından yararlanarak hesaplanacaktır. (Şekerden ve Aydın, 1993)

*İşlem aşamaları:*

-1989 yılı Ağustos ayında sürüde mevcut olan hayvanlar yetiştirme kayıtlarından yararlanarak babalarına göre gruplanıp, bunlar içinden her babaya ait döl sayısı ile orantılı olarak 30 hayvandan (5 erkek ve 25 dişi) oluşan rastgele bir örnek seçilmiştir. Sürünün ortalama ve net akrabalık dereceleri bu örnekten yararlanarak hesaplanmıştır. Sürüde ve seçilen örnekte her babaya ait döl miktarı Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Sürüde ve seçilen örnekte her babaya ait döl miktarı

Boğa	Döl miktarı		
	Sürüde	Örnekte	
		Sayı	%
A	5	2	4.0
B	30	10	33.0
C	35	11	38.0

D	22	7	25.0
Toplam	92	30	

Örneği oluşturan hayvanların 2 tanesinin 1980, 10 tanesinin 1986, 1 tanesinin 1987, 7 tanesinin 1988 ve 10 tanesinin de 1989 doğumlu oldukları yetiştirme kayıtlarından anlaşılmıştır.

- 1976 yılından, 1990 yılı Ağustos ayına kadar olan yetiştirme kayıtlarını kullanarak (en çok 3 generasyon) 30 hayvanın herbirine ait path diyagramları çizilmiştir.

-Ortalama ve net akrabalık derecelerini hesaplamak için, 30 hayvanın herbirinin kalan 29 hayvanla teker teker eş yapılması için 4.10 No lu formül kullanılarak 435 eş oluşturulmuştur. Ancak net akrabalık derecesini de hesaplayabilmek için, örnek, babalara göre gruplandırılarak 4 familya oluşturulmuştur. Her eşe ait akrabalık derecesini hesaplamakta 4.8 numaralı formülden yararlanılmıştır. Böylece hesaplanan 435 çifte ait akrabalık derecelerinin ortalaması alınarak, sürünün ortalama akrabalık derecesi bulunmuştur.

-Net akrabalık derecesinin hesaplanmasında ise, 4.11 numaralı formül kullanılmıştır.

Formülün uygulanmasında 4 adet baba grupları içi ( $r^{G_2}$ ) ve 6 tane de baba grupları arası akrabalık derecesi ( $r^{G_1}$ ) hesaplanmıştır. 4.11 numaralı formülde kullanılacak  $r^{G_2}$  ve  $r^{G_1}$  değerleri ise, her grupta ( $4+6=10$  grup) hesaplanan akrabalık derecesi ortalamalarının o gruptaki akrabalık derecesi hesaplanan çift sayısı ile tartılı ortalaması alınarak bulunmuştur.

-Açıklanan yol izlenerek hesaplanmış olan grup içi ve gruplar arası eş gruplarında akrabalık dereceleri ortalamaları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Gruplar içi ve gruplar arası eş gruplarında akrabalık derecesi ortalamaları

Gruplar içi		Gruplar arası	
Eş sayısı	$r^{G_2}(x)$	Eş sayısı	$r^{G_1}(x)$
55	0.27762	77	0.01952
21	0.20457	110	0.18235
45	0.27169	22	0.06407
1	0.25000	70	0.11564

		14	0.05556
		20	0.11950
-----			
Toplam	122	313	
Genel ort.	0.2626	0.10937	
-----			

(x) Eş gruplarında akrabalık derecesi ortalaması

Sürünün ortalama akrabalık derecesi 435 çiftin akrabalık derecelerinin ortalamasını hesaplamak sureti ile 0.152 olarak belirlenmiştir.

Baba grupları içindeki hayvanların birbirleri ile akrabalık derecesi ortalaması  $r^G_2=0.2626$  dır (Çizelge 4.6). Normalde 0.25 olması gereken bu değerdeki 0.0126 (0.25-0.2626) düzeyindeki fazlalık, baba grupları içinde bulunan döllerin, anneleri tarafından da uzak veya yakın akraba olmalarından kaynaklanmıştır. Baba grupları arası akrabalık derecesi ortalaması ise  $r^G_1=0.10937$  olarak belirlenmiştir. Bu ise, hem boğaların, hem de farklı boğaların aştıkları ineklerin bazılarının birbirleri ile akraba olmalarından kaynaklanmıştır.  $r^G_{1ort}=0.10937$  ve  $r^G_{2ort}=0.2626$  değerlerini 4.11 Nolu formülde yerine koyarak familyalardaki net akrabalık derecesi 0.172 olarak hesaplanmıştır. Net akrabalık derecesinin düşük oluşu, familyalar arası akrabalık derecesinin ( $r^G_{1ort}$ ) yüksek olması nedeniyledir.

## 5. BİR DEN FAZLA VERİM İÇİN SELEKSİYON

Bir sürüde birden çok verimin ıslahı amaçlandığında 3 çeşit seleksiyon yönteminin kullanılması mümkündür; teksel seleksiyon, bağımsız ayıklama sınırları ve indeks yöntemi.

*Teksel seleksiyon:* Islahına çalışılan karakterler, sıra ile seleksiyonda dikkate alınır. İlk karakterin istenen düzeye ulaşmasından sonra diğer karakterlere yine sıra ile seleksiyonda yer verilir.



*Bağımsız ayıklama sınırları:* İslahı amaçlanan tüm özelliklere aynı anda, ancak önceden belirlenen değer sınırlarına tam uyularak seksiyonda yer verilir.

*İndeks metodu:* İslahı amaçlanan her özelliğe kalıtım derecesine, ekonomik önemine ve diğer özelliklerle arasındaki genetik korelasyonlara göre belli ağırlıklar verilerek her hayvan için hesaplanan indeks değerleri esas alınır.

İlk 2 yöntem, her şeyden önce aralarında negatif ilişki bulunan özelliklerin ıslahında kullanılamaz. Ayrıca teksel seleksiyon yönteminde ıslah edilecek özellikler seleksiyonda sırası ile birer birer dikkate alındığı için, ilk alınan özellik açısından yeteri kadar iyileşme sağlanıp, 2. özellik seleksiyonda dikkate alınmaya başlandıktan sonra ilk özellik için ulaşılan seviye sabit kalmayabilir. Ayrıca, özellikler arasında negatif ilişki yoksa, seviye de sabit kalsa, ıslahına çalışılan tüm özellikler açısından istenen düzeye ulaşılması çok uzun zaman (generasyonlarca) alır. Bağımsız ayıklama sınırları yönteminde ise, sınırların isabetle belirlenmesi ve sürü içinde bu sınırlara tam uyan yeter sayıda hayvan bulma güçlüğü sözkonusudur.

### 5.1. İndeks Yöntemi

İndeks Yönteminin uygulanmasında, seleksiyonda dikkate alınan özellikler arasındaki ilişkilerin negatif olması önem taşımamaktadır. Bu nedenle indeks Yöntemi en isabetli damızlık seçimini sağlar.

Sürüdeki hayvanlara, dikkate alınan tüm özellikleri kapsayan bir toplam puan verilip, seleksiyonda kriter olarak bu puan kullanılır. İndeks metodu Hazel ve Lush (1942) tarafından açıklanmıştır. Birden fazla verimi kapsayan yığın genotipte sağlanan ilerleme bakımından “toplam puan metodu” da denilen bu metod en iyisidir. İndeks metodunda her verimin indeks değerine karşılık gelen ağırlıkların ( $w$  katsayılarının) doğru olarak hesaplanması en önemli konudur. İndeks formülü genel olarak aşağıdaki şekilde gösterilebilir;

$$I = W_A A + W_B B + W_C C \dots \dots \dots 5.1$$

Burada;

I: Bir hayvana ait indeks değeri,

A,B,C: İndeks modelinde yer alacak her bir özellik.

$W_A, W_B, W_C, \dots, W_n$ : Sıra ile A, B, C, ..N karakterlerine ait ağırlık faktörleri

Her hayvan için ayrı ayrı hesaplanan indeks değeri, söz konusu özelliklere ait yığın genotipin(H), fenotipik görüntüsüdür. İndeks değeri (I) öyle hesaplanır ki, I ile, seleksiyonda dikkate alınan tüm özellikler açısından toplam genotip arasındaki ilişki ( $r_{IH}$ ) en yüksek veya  $\Sigma (H-I)^2$  en küçük olsun (Düzgüneş, 1976). I değerinin hesaplanabilmesi için, ıslahı amaçlanan her özelliğin kalıtım derecesi, özellikler arasındaki genetik ilişki ve her bir özelliğe verilecek ekonomik değer tartışının hesaplanması gerekir.

Burada, Reyhanlı Tarım İşletmesi Siyah Alaca sürüsünün, Prof. Dr. Özel Şekerden tarafından 1997-1999 periyodunda yürütülen bir araştırmaya bağlı olarak elde edilen yetiştirme kayıtları kullanılarak özellikler arası genetik korelasyon ve her bir özelliğe verilecek ekonomik değer tartışının hesaplanma yolu ve indeks modeli oluşturma şekli gösterilecektir.

#### *5.1.1. Veri toplama, değerlendirme ve uygulanan metotlar*

##### *5.1.1.1. Veri toplama ve değerlendirme*

305 gün süt verimi, laktasyon süresi ve buzağılama aralığını içeren indeks modeli için araştırma materyalini Reyhanlı Tarım İşletmesi Siyah Alaca ineklerinden 1987-1999 periyodunda buzağılayan

ve 305 günlük süt verimi hesaplanabilen (x) 420 ineğe ait 1209 laktasyon verim kaydı oluşturmuştur.

İşletmenin aylık süt verim kontrol günlerinde her deneme hayvanının kontrol günü sabah ve günlük süt verimleri (xx) tespit edilmiştir. Deneme hayvanlarının 305 gün süt verimleri, aylık süt verim kontrol günlerinde belirlenen verimlerden, Holanda Metodu kullanılarak hesaplanmıştır (Şekerden ve Özkütük, 1990).

-----  
(x) Denemeye son verildiğinde en az 5 aylık kontrol verimi bilinen hayvanlara ait 305 gün süt verimi hesaplanmıştır.

(xx) Günde 3 sağım uygulanmaktadır.

Veriler muhtelif çevre faktörleri için şu şekilde gruplandırılmıştır; Buzağılama mevsimi: Aralık, Ocak, Şubat: 1., Mart, Nisan, Mayıs: 2., Haziran, Temmuz, Ağustos: 3., Eylül, Ekim, Kasım: 4. Mevsim. Laktasyon sırası: 1., 2., 3., 4.,  $\geq$  5.laktasyon sıraları.

305 günlük süt verimi, laktasyon süresi, buzağılama aralığı, protein ve yağ oranları üzerine buzağılama mevsimi, buzağılama yılı,

laktasyon sırası etkileri En Küçük Kareler Metodu kullanılarak (Harvey, 1986) varyans analizi tekniği ile araştırılmıştır. Önemli bulunan etkiler için ilgili özelliklere gerekli standardizasyon uygulanmıştır. Her özelliğe ait ortalamaların hesaplanmasında hem 305 gün süt verimi, hem laktasyon süresi ve hem de buzağılama aralığı bilinen laktasyonlar kullanılmıştır.

Özellikler arasındaki genetik korelasyonların ve kalıtım derecelerinin hesaplanmasında ise, ortalamaların hesaplanmasında kullanılan ve gerekli standardizasyon uygulanmış verilerden en az 3 dişi dölüne ait muhtelif sayıda laktasyonu bulunan babalar değerlendirilmeye alınmıştır.

#### 5.1.1.2. Uygulanan hesaplama teknikleri

Uygulanan hesaplama teknikleri (Düzgüneş, 1976) aşağıda aşama aşama açıklanmıştır;

##### 5.1.1.2.1. Kalıtım dereceleri ve özellikler arasındaki genetik korelasyonlar

İndeks modelinde yer alacak özelliklere ait kalıtım derecelerinin hesaplanmasında baba bir üvey kardeş benzerliğinden yararlanılmıştır.

İndeks değerinin hesaplanabilmesi için gerekli olan söz konusu verimler arasındaki genetik korelasyonların hesaplanmasında üvey kardeşlerden yararlanılmıştır.

##### 5.1.1.2.2. Ekonomik değer tartısı

Yığın genotipte her özelliğe ait genotipin katkı payının (Y kat sayıları) tespiti için her verime ait 1 standart sapma değerinin sağlıyabileceği gelir hesaplanmıştır.

##### 5.1.1.2.3. İndeks Denkleminin Oluşturulması

3 özellik içeren bir indeks formülü 5.1 No lu denklem şeklinde ( $I = W_A A + W_B B + W_C C$ ) gösterilir.

W ler için normal denklemler;

$$W_A \cdot \Sigma d^2 A + W_B \cdot \Sigma d_B \cdot d_A + W_C \cdot \Sigma d_C d_A = \Sigma d_H d_A \dots\dots\dots 5.2$$

$$W_A \cdot \Sigma d_{AD} + W_B \Sigma d^2_B + W_C \Sigma d_C d_B = \Sigma d_H d_B \dots\dots\dots 5.3$$

$$W_A \cdot \Sigma d_{AD} + W_B \cdot \Sigma d_B d_C + W_C \cdot \Sigma d^2_C = \Sigma d_H \cdot d_C \dots\dots\dots 5.4$$

Yapılan çalışmada muhtelif özellikleri içeren 5.2, 5.3 ve 5.4 No lu denklemleri oluşturmak için 5.5 (a,b,c), 5.6 (a,b,c), 5.7 (a,b,c), 5.8 ve 5.9 No lu denklemler kullanılmıştır;

$$\Sigma d_H \cdot d_A = n \cdot r_{HA} \cdot \sigma_H \cdot \sigma_A \dots\dots\dots 5.5_a$$

$$\Sigma d_H \cdot d_B = n \cdot r_{HB} \cdot \sigma_H \cdot \sigma_B \dots\dots\dots 5.5_b$$

$$\Sigma d_H \cdot d_C = n \cdot r_{HC} \cdot \sigma_H \cdot \sigma_C \dots\dots\dots 5.5_c$$

$$r_{HA} = h_A(p_A + r_{AB}^G \cdot P_B + r_{AC}^G \cdot P_C) \dots \dots \dots 5.6a$$

$$r_{HB} = h_B(p_B + r_{AB}^G \cdot P_A + r_{BC}^G \cdot P_C) \dots \dots \dots 5.6b$$

$$r_{HC} = h_C(p_C + r_{AC}^G \cdot P_A + r_{BC}^G \cdot P_B) \dots \dots \dots 5.6c$$

$$P_A = Y_A \cdot \frac{\sigma_{GA}}{\sigma_H} \dots \dots \dots 5.7a$$

$$P_B = Y_B \cdot \frac{\sigma_{GB}}{\sigma_H} \dots \dots \dots 5.7b$$

$$P_C = Y_C \cdot \frac{\sigma_{GC}}{\sigma_H} \dots \dots \dots 5.7c$$

$$\sigma^2 H = (Y_A)^2 \cdot \sigma^2_{GA} + (Y_B)^2 \cdot \sigma^2_{GB} + (Y_C)^2 \cdot \sigma^2_{GC} + 2 \cdot Y_A \cdot Y_B \cdot r_{AB}^G \cdot \sigma_{GA} \cdot \sigma_{GB} + 2 \cdot Y_A \cdot Y_C \cdot r_{AC}^G \cdot \sigma_{GA} \cdot \sigma_{GC} + 2 \cdot Y_B \cdot Y_C \cdot r_{BC}^G \cdot \sigma_{GB} \cdot \sigma_{GC} \dots \dots \dots 5.8$$

$$H = Y_A \cdot G_A + Y_B \cdot G_B + Y_C \cdot G_C \dots \dots \dots 5.9$$

Yukarıdaki denklemlerde;  
A, B, C: Modelde yer alacak her bir özellik,  
 $\sigma^2_{GA}$ : A karakterine ait genetik varyans,  
 $W_A, W_B, W_C$ : sırası ile A, B, C özelliklerine ait ağırlık faktörleri,  
 $\sigma^2_{GB}$ : B karakterine ait genetik varyans,  $\sigma^2_{GC}$ : C karakterine ait genetik varyans,  
 $Y_A$ : A verimine ait ekonomik değer,  $Y_B$ : B verimine ait ekonomik değer,  
 $Y_C$ : C verimine ait ekonomik değer,  $\sigma_{GA}$ : A karakterine ait genetik standart sapma,  
 $\sigma_{GB}$ : B karakterine ait genetik standart sapma,  $\sigma_{GC}$ : C karakterine ait genetik standart sapma,  $r_{AB}^G$ : A karakteri ile B karakteri arasındaki genetik korelasyon,  
 $r_{AC}^G$ : A karakteri ile C karakteri arasındaki genetik korelasyon,  
 $r_{BC}^G$ : B karakteri ile C karakteri arasındaki genetik korelasyon.

*5.1.1.3. Hesaplamalar*  
*5.1.1.3.1. Varyans analizleri ve standartlaştırma*

Çizelge 5.1’ de 305-gün süt verimi, laktasyon süresi ve buzağılama aralığına ait varyans analizleri verilmiştir. İstatistik olarak önemli bulunan farklılıklar için ilgili özelliklere gerekli standardizasyonlar uygulanmıştır.

Çizelge 5.1. 305-Gün süt verimi, laktasyon süresi ve buzağılama aralığına ait varyans analizleri

Varyasyon kaynağı	305-gün süt verimi		Buz. aralığı		Laktasyon sür.	
	S.D.	F	S.D.	F	S.D.	F
Genel	1208		928		1104	
Buz. mev.	3	10,610**	3	0,513	3	3,079*
Buz. yılı	12	30,274**	12	2,213*	12	10,590**
Lak.sırası	4	37,692**	4	1,298	4	0,739
Hata	1189		904		1085	

\*\*P<0.01 \*P<0.05

#### 5.1.1.3.2. Standardize edilmiş ortalamalar ve kalıtım dereceleri

Standardize edilmiş değerler kullanılarak her özellik için ayrı ayrı hesaplanan ortalamalar ve kalıtım dereceleri Çizelge 5.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 2. 305-Gün süt verimi, laktasyon süresi ve buzağılama aralığına ait ortalamalar ve kalıtım dereceleri

Özellik	N	$\bar{X} \pm SXh^2 \pm Sh^2$
305-gün süt verimi (kg)	719	5164,9 ±1009.0 0,185 ±0,0936
Laktasyon süresi (gün)	719	306,3 ±3.79 0,088 ±0,066
Buzağılama aralığı (gün)	719	379,9 ±6.38 0,128 ±0,078

#### 5.1.1.3.3. Karakterler arası genetik ilişki

305-gün süt verimi, buzağılama aralığı ve laktasyon süresine ait varyans ve kovaryans analizleri Çizelge 5.3a, Çizelge 5.3b, Çizelge 5.3c de verilmiştir.

Çizelge 5. 3a. 305-Gün süt verimi, buzağılama aralığı ve laktasyon süresine ait varyans ve kovaryans analizleri

Kaynaklar	305-gün süt verimi			Laktasyon süresi	
	S.D.	$\Sigma d^2A$	$\Sigma d^2A/S.D$	$\Sigma d^2B$	$\Sigma B^2/S.D$
Bab.ar.(b) 20	691979980,4	34598999,0	46433,5	2321,67	
Bab.içi (d) 659	642617343,9	975140,1	895452,0	1358,80	
(döller arası)					

Çizelge 5. 3b. 305-Gün süt verimi, buzağılama aralığı ve laktasyon süresine ait dölüne ait varyans ve kovaryans analizleri

Kaynaklar	S.D.	Buzağılama aralığı		AB	
		$\Sigma d^2C$	$\Sigma d^2C/S.D.$	$\Sigma AB$	$\Sigma AB/S.D.$
Babalar arası(b) 20	158511,51	7925,57	650815	32540,75	
Babalar içi (d)659	2555704,0	3878,15	9041600	13720,18	
(döller arası)					

Çizelge 5.3c 305-Gün süt verimi, buzağılama aralığı ve laktasyon süresine ait varyans ve kovaryans Analizleri

Kaynaklar	S.D.	AC		BC	
		$\Sigma AC$	$\Sigma AC/S.D.$	$\Sigma BC$	$\Sigma BC/S.D.$
Babalar arası(b) 20	562366	28118,30	39859	1992,95	
Babalar içi (d) 659	7030272	10668,78	412624	626,136	
(döller arası)					

Karakterler arası genetik ilişki hesaplanırken belirlenen muhtelif değerler Çizelge 5.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.4. Hesaplanan muhtelif değerler

Özellik	Döller arası varyans ( $V_{Xd}$ )	Babalar arası varyans ( $V_{Xb}$ )
305-gün süt verimi (A)	975140,127	1064720,00

Laktasyon süresi (B)	1358,80	30,48
Buzağılama aralığı ( C )	3878,15	128,16

Bab.arası kov.:(Kov<sub>ABb</sub>):595,964; (Kov<sub>ACb</sub>): 552,549; (Kov<sub>BCb</sub>): 43,28

Genotipik var.: V(GA): 4258880; V(GB): 121,92; V(GC): 512,64

Genetik korelasyon:  $r^G(AB)=0,1046$ ;  $r^G(AC)=0,0473$ ;  $r^G(BC)=0,692$

#### 5.1.1.3.4. Ekonomik değer tartısı

Çizelge 5.5’de, her özelliğe ait genotipin, yığın genotipteki katkı payları verilmiştir.

Çizelge 5.5. Muhtelif özelliklere ait genotiplerin yığın genotipteki katkı payları

Özellikler	St. Sapma	Birim St. sapma fiyatı (T.L.)	Tutar (T.L.)	Y
305-g-süt.ver.(kg)(A)	1009.00	100 000	10900000	15,9
Laktasyon sür.(gün)(B)	37,98	“	3798000	0,594
Buz. aralığı (gün)( C )	63,89	“	6389000	1

Laktasyon süresi (B) ve buzağılama aralığını ( C ) içeren 305-gün süt verimi için regresyon denklemi (5.10) MINITAB paket program kullanılarak oluşturulmuştur.

$$A = 1697 + 9,81 B + 1,22 C \dots\dots\dots .5.10$$

5.10 No lu denkleme göre;

1) 305-gün süt veriminin buzağılama aralığına göre regresyon katsayısı 1,22 dir. Başka bir söyleyişle buzağılama aralığının her 1 gün artışı 305 gün süt veriminde 1,22 kg lık bir artış meydana getirmektedir. Buna göre  $63,89 \text{ gün} \times 1,22 \text{ kg} = 77,94 \text{ kg}$ .

1) 305 gün süt veriminin laktasyon süresine göre regresyon katsayısı 9,81 dir. Yani, laktasyon süresinin her 1 gün artışı ile 305 gün süt verimi 9,81 kg artmaktadır. Buna göre laktasyon süresi 37,98 gün

daha uzun olan hayvanların ötekilerden ortalama 373 kg ( $37,94 \times 9,81 = 372,58$  kg.), buzağılama aralığı 63,89 gün daha uzun olanların ise diğerlerinden ortalama 78 kg daha fazla 305 gün süt verimine sahip oldukları tespit edildiğinden, laktasyon süresi ve buzağılama aralığı için ekonomik değerler de kg süt'e çevrilerek hesaplanmıştır. 1 kg sütün 100000 T.L. olduğu kabul edilmiştir. Her özelliğe ait 1 standart sapmalık değerlerin tutarları böylece bulunduktan sonra buzağılama aralığına ait olan "1" kabul edilmiş, ötekilerin buna katkı oranları sırası ile 15,79 ve 0,594 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5.5).

#### 5.1.1.3.5. İndeks Formülü

Standardize edilmiş 305 gün süt, buzağılama aralığı, ve laktasyon süresi verileri kullanılarak 3 özellik için indeks formülü için hesaplanan tüm değerler Çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.6. 305-Gün süt verimi (A), laktasyon süresi (B) ve buzağılama aralığını ( C ) içeren seleksiyon indeksi için hesaplanan değerler.

Değerler	A	B	C
Kareler toplamı ( $\Sigma d^2x$ )	19910821888	68503936	106699496
Standart sapma ( $\sigma X$ )	1009,0	37,98	63,89
Kalıtım derecesi ( $h^2$ )	0,185±0,0936	0,088±0,066	0,128±0,078
Kalıtım derecesinin karekökü	0,430	0,297	0,358
Ekonomik değer tartısı (Y)	15,79	0,594	1,000
Genetik varyans ( $\sigma^2_{GX}$ )	4258880	121,92	512,64
Genetik varyansın st. Sap. ( $\sigma_{GX}$ )	2063,705	11,04	22,64
	AB	AC	BC
Çarpımlar toplamı	1148336768	1419334656	84182072
Genetik korelasyonlar	0,1046	0,0473	
	0,692		

Uygulanan hesaplama teknikleri bölümünde gösterilen 5.5 (a, b, c), 5.6 (a, b, c), 5.7 (a, b, c), 5.8 ve 5.9 nolu denklemlerle ilgili hesaplama sonuçları aşağıda verilmiştir.

$\sigma_H$ : 32587,67;  $r_{HA}$ : 0,4298;  $r_{HB}$ : 0,03127;  $r_{HC}$ : 0,01768;

$\Sigma d_{HA}$ : 10165333275,11,



$\Sigma_{HD B}$ : 27826913,741;  $\Sigma_{HD C}$ : 26466550,953;

$P_A$ : 0,9999;  $P_B$ : 0,0002012;  $P_C$ : 0,0006947

Tüm hesaplanan değerler 5.2, 5.3, 5.4, No lu denklemlerde yerine konulup 3 bilinmeyenli 3 denklem çözüldüğünde;

$W_A$ : 17,424;  $W_B$ : 8,311;  $W_C$ : -238,148

olarak bulunmuştur. Her 3 özellik için hesaplanmış olan bu ağırlık faktörleri kullanılarak 305 gün süt verimi, laktasyon sırası ve buzağılama aralığını içeren indeks formülü Reyhanlı Tarım İşletmesi Siyah Alaca sığırları için 5. 11 No lu indeks modeli oluşturulmuştur;

$I = 2,096 A + B - 28,658 C \dots \dots \dots 5. 11$

305 gün süt verimi, laktasyon süresi ve buzağılama aralığı için oluşturulan indeks modeli (5.11) irdelendiğinde; Hayvanın işletmeye yararlılığı açısından en fazla ağırlığın (ancak negatif) buzağılama aralığına verilmesi, bunu sırası ile 305 gün süt verimi ve laktasyon süresine verilecek ağırlıkların izlemesi gerektiği anlaşılmaktadır.

#### 5.1.1.4. Uygulamalar

1) Bir Karayaka koyun sürüsü için aşağıdaki indeks denklemi geliştirilmiştir.

$$I = 0,700A + 0.040 B + 2.0 C$$

Formülde a: yapağı verimini, B, süt verimini, C ise canlı ağırlığa ait verimleri göstermektedir. Aşağıdaki özellikleri verilen 3 koyunu indeks değerlerimne göre sıralayınız.

Koyun No	Yapağı verimi kg (A)	Süt verimi kg (B)	Canlı ağırlık kg (C)
1	2,5	20	40
2	1,5	25	42
3	2,5	30	50

Çözüm:

$$I_1=0,700 (2,5)+0,040 (20)+2,0(40) = 82,55$$

$$I_2=0,700 (1,5)+0,040 (25)+ 2,0(42) = 1,05+1+84 = 86,05$$

$$I_3=0,700 (2,5)+ 0,040(30) +2,0 (50) = 1,75+1,2+100 = 102,95$$

4) Bir Simental sürüsü için aşağıdaki indeks formülü geliştirilmiştir.

$$I = 1.46 A + 0.99 B + 1.1 C + 1.4 D + 1.0 E$$

A: Süt verimi, B. İlk defa damızlıkta kullanma yaşı, C. İlk defa damızlıkta kullanma ağırlığı, D. 0-1 yaş periyodunda günlük ortalama canlı ağırlık artışı, E: İki buzağılama arası süre.

Aşağıda verim özellikleri verilen bu sürünün 10 hayvanına ait indeks değerlerini hesaplayıp, hayvanları damızlık değerlerine göre sıralayınız.

İnek No	Lak. Ver. (kg)	İlk defa dam. kul. Yaşı (gün)	İlk defa dam. kul. Ağırlığı (kg)	Canlı ağ. artışı/gün (kg)	Buz. aralığı (gün)
1	6038	880	350	0,7	400
2	5252	900	290	0,9	390
3	6475	1021	400	1,1	350
4	7427	900	300	0,95	365
5	4612	750	320	1,0	450
6	4249	899	390	1,3	300
7	6310	900	250	0,8	325
8	6522	690	299	0,79	399
9	6865	780	300	0,68	360
10	6732	889	310	0,77	400

Çözüm:

$$I_1=10 472.66, I_2=9 269.18, I_3=11 255.83, I_4=12 430.75, I_5=8 279.42, I_6= 7824.37, I_7 = 10 704.72, I_8 = 10 934.226, I_9 = 11 486.052, I_{10} = 11 450.908$$

Sıralama: 4>9>10>3>8>7>1>2>5>6

## 6. MUHTELİF HAYVAN ISLAHI UYGULAMALARI

### 6.1. Seleksiyon

#### 6. 1.1. Seleksiyon Çeşitleri

Seleksiyon tek verimin, veya birden çok sayıda verimin ıslahı amaçlanarak yapılabilir. Tek verimin ıslahı amaçlanarak yapılan

seleksiyon kitle seleksiyonu, familya seleksiyonu ve kombine seleksiyon; birden çok verimin ıslahı amaçlanarak yapılan seleksiyon ise teksel seleksiyon, bağımsız ayıklama sınırları ve indeks metodu olmak üzere sınıflandırılır. Birden fazla verim için yapılan seleksiyon 5. Bölümde verilmiştir.

*6.1.1.1. Tek verim için seleksiyon*

*Kitle seleksiyonu:* Seleksiyonda, şahısların kendi fenotipik değerleri esas alınarak uygulanır. Ancak, kalıtım derecesi 0,4 ve daha üzerinde olan özellikler için verimlidir.

*Familya seleksiyonu:* Familyalardan oluşan popülasyonlarda yüksek ortalamalı familyalardan, gereken kadarının tüm fertleri ile birlikte damızlığa ayrılmasıdır. Bu seleksiyon metodu için kullanılan formüller aşağıda gösterilmiştir (Düzgüneş, 1976);

$$\Delta G_{(f)} = \bar{i} \cdot \sigma_{Pi} \cdot h^2f \dots \dots \dots 6.1$$

$$h^2f = \frac{1+(n-1) \cdot r^G}{1+(n-1) \cdot r^P} \times h^2 \dots \dots \dots 6.2$$

Formüllerde;

$\Delta G_{(f)}$ : Familya seleksiyonu ile elde edilecek genetik ilerleme

$\bar{i}$ : Seleksiyon üstünlüğünün standart sapma cinsinden değeri

$\sigma_{Pi}$ : Familya ortalamalarına ait varyansın karekökü

$h^2f$ : Familya ortalamalarına ait kalıtım derecesi

n: Familyalardaki fert sayısı

$r^G$ : Familya içindeki fertlerin akrabalık derecesi

$r^P$ : Familya içindeki şahısların fenotipik benzerlikleri ( $r^P = r^G \times h^2$ )

$h^2$ : Fertler arasındaki farklılığın kalıtsal kısmı

$\bar{i} \cdot \sigma_{Pi}$ : Familya ortalamalarına ait seleksiyon üstünlüğü

*Kombine seleksiyon:* Yüksek ortalamaya sahip familyalardan, yüksek genotipik ortalama gösteren fertlerin seçilmesidir. Bu amaçla sürüdeki her hayvan için aşağıda verilen formülle indeks değeri hesaplanır. Seçim, indeks sonuçlarını büyükten küçüğe doğru sıralayarak baştan itibaren yapılır. Kullanılan formüller aşağıda gösterilmiştir (Düzgüneş, 1976).

$$I = (\bar{X}_i - \bar{X}) + w \cdot (\bar{X}_{if} - \bar{X}) \dots \dots \dots 6.3$$

veya;

$$I = ip + w if \dots\dots\dots 6.4$$

$$w = \frac{n}{1+(n-1).r^P} \times \frac{r^G - r^P}{1 - r^G} \dots\dots\dots 6.5$$

Formüllerde:

I: İndeks değeri,

X<sub>i</sub>: Şahsın fenotipik değeri,

$\bar{X}$ : Populasyon ortalaması,

$\bar{X}_{if}$ : Şahsın ait olduğu familyanın ortalaması,

ip: Şahsın seleksiyon üstünlüğü (şahsın fenotipi ile populasyon ortalaması arasındaki fark)

if: Şahsın ait olduğu familyanın seleksiyon üstünlüğü (şahsın ait olduğu familyanın ortalaması ile populasyon ortalaması arasındaki fark)

w: Ferdin fenotipik değerine 1 ağırlık verildiğinde, ait olduğu familya ortalamasına verilecek ağırlık miktarı,

n: Familya içindeki şahıs sayısı,

r<sup>G</sup>: Familya içindeki genetik benzerlik,

r<sup>P</sup>: Familya içindeki fenotipik benzerlik (r<sup>P</sup> = r<sup>G</sup> .h<sup>2</sup>)

#### 6.1.1.1.1. Uygulamalar

1) Familya seleksiyonu ile yumurta veriminin ıslahına çalışılan bir tavuk sürüsünde, seleksiyon üstünlüğünün, standart sapma cinsinden değeri 76.9, familya ortalamalarına ait varyans 0.70, yumurta veriminin kalıtım derecesi 0,2, özkardeş familyalarının büyüklüğü 20 dir. Bu sürüde yumurta verimi bakımından yapılan seleksiyonda bir generasyonda ne kadar genetik ilerleme sağlanabilir (c<sup>2</sup> = 0).

Çözüm:

6.1 ve 6.2 No lu formüllerde bilinenler yerine konulur;

$$\Delta G (f) = 76.9. \sqrt{0,70} . h^2f$$

$$h^2f = \frac{1+(20-1).0,5}{1 - r^G} . 0,2 = 0,72$$

$$1+(20-1).(0,5.0,2)$$

$$\Delta G (f) = 76,9. 0,84. 0,72 = 46.5 \text{ yumurta.}$$

- 2) Kombine seleksiyon yöntemi ile seleksiyon yapılması sırasında eğer c faktörü söz konusu ise familya ortalamalarına verilecek önem çok fazla düşmektedir. Hatta bazan negatif bile olmaktadır. Böyle durumlarda ancak populasyon ortalamalarından daha küçük ortalamalı familyalara mensup, yüksek ferdi fenotipik değerli hayvanlar yüksek indeks değeri (I) göstereceklerinden damızlığa ayrılırlar. Niçin böyle yapılması gerektiğini formül üzerinde açıklayınız.

Yanıt:

6.3 No lu formülde I'nın yüksek bir değer alabilmesi için ilk koşul, w'nin önündeki işaretin + olmalıdır. Oysa, w'nin önündeki işaret - ise, yine de I'nın yüksek değer alabilmesi, 6.3 No lu denklemde familya ortalamalarına ait seleksiyon üstünlüğünün de - olmasına, başka bir söyleyişle, şahsın ait olduğu familyanın ortalamasının, populasyon ortalamasından düşük olmasına bağlıdır. Düşüklük fazlaştıkça ve söz konusu formülde bireyin seleksiyon üstünlüğü yükseldikçe I değeri de büyüyecektir. Bu durum, tüm populasyonun olumsuz çevre şartlarına maruz kalmasına rağmen bireyin bu durumdan etkilenmemiş olduğunu gösterir.

- 3) 10'arlık öz kardeş gruplarından oluşan bir tavuk populasyonunda yumurta verimi için kombine seleksiyon uygulanacaktır. Buna göre, familya ortalamalarına ne ağırlık verilmelidir (Yumurta veriminin kalıtım derecesi 0.25 tir.)

Çözüm

6.5 No lu formül kullanılır;

$$w = \frac{n}{1+(10-1) \times 0.50 \times 0.25} \times \frac{0.50 - (0.50 \times 0.25)}{1 - 0.50} = 3.529$$

- 4) Ortalama 10'arlık üvey kardeş gruplarından oluşan bir sığır populasyonunda süt veriminin ıslahı için kombine seleksiyon uygulanacaktır. Bu nedenle de, fertlere ait indeks değerleri belirlenecektir. Süt veriminin kalıtım derecesi 0,2 olduğu bu populasyonda, aşağıda muhtelif bilgiler verilen hayvanlara ait indeks değerlerini belirleyiniz (w = 1.83).

	1. Hay.	2. Hay.	3. Hay.	4. Hay.	5. Hay.
Kendi verimi	4700	4100	4000	5000	4300
Familya ortalaması	4500	3500	3500	3000	3400
Populasyon ortalaması	4000	4000	4000	4000	4000

Çözüm:

6.5 No lu formül kullanılarak w hesaplanır;

$$w = \frac{10}{1+(10-1) \times 0.25 \times 0.2} \times \frac{0.25 - 0.25 \times 0.2}{1-0.25} = 1.83$$

6.3. No lu formül kullanılarak indeks değeri belirlenir;

$$I_1 = (4700-4000) + 1.83 (4500-4000) = 700 + 915 = 1615$$

$$I_2 = (4100-4000) + 1.83 (3500 - 4000) = 100 + 1.83 ( - 500) = - 815$$

$$I_3 = (4000 - 4000) + 1.83 (3500 - 4000) = 0 + (-915) = - 915$$

#### 6.1.2. Seleksiyonun etkileri

2 allelli bir lokus bakımından bir populasyonda AA, Aa, aa genotipleri vardır. Bu genotiplerin populasyondaki miktarları sırası ile  $p^2$ ,  $2pq$ ,  $q^2$  kadardır. A ve a genlerinin populasyondaki frekansları ise sırası ile p ve q ile gösterildiğinde, dengedeki bir populasyonda (daha önce o özellik için hiç seleksiyon yapılmamış) aşağıdaki eşitlikler geçerlidir;

$$p^2+2pq+q^2=1 \dots\dots\dots 6.6$$

$$p + q = 1 \dots\dots\dots 6.7$$

Populasyonun bu kompozisyonu dengelyi bozan seleksiyon, mutasyon göç veya şans oynaması olmadığı sürese generasyonlar boyunca sabit kalır (Hardy Weinberg Kanunu).

Seleksiyondan, üzerinde durulan özellik açısından populasyonun genetik değerini istenen istikamette hızla değiştirmesi amaçlanır. Seleksiyon bu işlevini, üzerinde durulan özelliği determine eden genlerden yüksek ortalama etkili olanların oranını, allellerine göre yükselterek yapar.

#### 6.1.2.1. Uygulamalar

1) Et sığırlarında normal cüssede oluş, cüce oluşa tam dominanttır. Bir generasyonda doğan sığırların % 4'ü cüce (dwarf) olsun. Dengede olan bu populasyonda normal cüssede olanların nisbi miktarı nedir.

Çözüm:

$$\sigma^2 = 0.04 \quad \sigma = \sqrt{\sigma^2} = 0.2 \text{ dir.}$$

6.7 No lu formül ile;

$$p + 0.2 = 1 \quad p = 0.8 \text{ dir. olarak hesaplanır. O halde;}$$

$$p^2 = 0.8 \times 0.8 = 0.64 \text{ dir.}$$

- 2) Sığırlarda boynuzsuz oluş boynuzlu oluşa dominanttır. Daha önce boynuz durumu açısından seleksiyon yapılmamış bir sürüde bir generasyonda doğan sığırların % 60'ı boynuzsuzdur. Bu sürüde boynuzsuzluk genini heterozigot olarak taşıyan (Pp) sığırların oranı nedir.

Çözüm:

$$p^2 = 0.60 \quad p = 0.77$$

6.7 No lu formülden;

$$0.77 + \sigma = 1 \quad \sigma = 0.23 \text{ bulunur.}$$

$$\sigma^2 = (0.23)^2 = 0.0529 = \%5 \text{ (pp)}$$

6.6 No lu formülde p ve q'nun değerleri yerine konulur;

$$0.60 + 2 \cdot (0.77)(0.23) + (0.23)^2 = 1$$

Populasyonda 2pq oranında Pp genotipli hayvan olduğuna göre, bu genotipteki hayvanların bu sürüdeki nisbi miktarı aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$2 \cdot (0.77)(0.23) = 0.35 = \%35$$

### 6.1.3. Dolaylı Seleksiyon

Herhangibir özellik bakımından genetik ilerlemenin, bu özellikle olan genetik ilişkisi ve kalıtım derecesi yüksek olan, daha erken yaşta, daha emin ve daha kolay olarak belirlenebilen bir başka karakter bakımından seleksiyonla sağlanmasıdır.

A karakterine uygulanacak dolaylı seleksiyonla, B karakterinde sağlanan genetik ilerleme 6.8 No lu, dolaylı seleksiyonun direkt seleksiyona göre verimliliği ise 6.9 No lu formülle hesaplanır;

$$\Delta G_B = \frac{1_A \times h_A \times r_{AB}^G \times \sigma_B^G}{h_A \times r_{AB}^G} \dots \dots \dots 6.8$$

$$\Delta G_{B,A} = \frac{\dots \dots \dots}{h_B} \dots \dots \dots 6.9$$

Formüllerde:

$\Delta G_B$ : Islahı amaçlanan karakterde sağlanacak genetik ilerleme,

$\Delta G_{B,A}$ : Dolaylı seleksiyonun, direkt seleksiyona nazaran verimliliği,

—

1A: Dolaylı karektere ait seleksiyon üstünlüğünün, populasyonun üzerinde durulan özellik açısından standart sapması cinsinden değeri,  $h_A$ : A karakterine ait kalıtım derecesinin karekökü,  $r_{AB}^G$ : A ve B karakterleri arasındaki genetik korelasyon,  $\sigma_B^G$ : B karakterine ait genotipik varyansın kare kökü,  $h_A$ : A karakterinin kalıtım derecesi,  $h_B$ : B karakterinin kalıtım derecesi.

$\Delta_{G_{B,A}} \leq 1$  olduğunda dolaylı seleksiyon, direkt seleksiyona oranla daha verimlidir.

#### 6.1.3.1. Uygulamalar

1) Kalıtım derecesi  $h_B^2 = 0.2$  olan bir karakterin ıslahı amaçlanmaktadır. Ancak bu özellik ileri yaşlarda ve zor tespit edilebildiği için, seleksiyonda kriter olarak bu karakterle arasında  $r_{AB}^G = 0.5$  düzeyinde genetik ilgi bulunan ve kalıtım derecesi ( $h_A^2$ ) = 0.7 olan bir başka karakterden yararlanılacaktır. Bu şekilde yapılacak seleksiyon ile B karakterinde yeterli bir genetik ilerleme sağlanır mı (yani yapılan bu dolaylı seleksiyonun, seleksiyonda doğrudan doğruya B karakteri dikkate alınarak yapılan seleksiyona göre verimliliği nedir).

Çözüm:

6.9 No lu formül kullanılır;

$$\Delta_{G_{BA}} = \frac{\sqrt{0.7 \times 0.5}}{\sqrt{0.2}} = 0.95$$

$\Delta_{G_{BA}} = 0.95 < 1$  olduğu için verimliliği doğrudan seleksiyona oranla düşüktür.

2) Kalıtım derecesi ( $h_B^2$ ) 0.10 olan bir özelliğin ıslahında dolaylı seleksiyon kriteri olabilecek 3 özellikten birisinin kalıtım derecesi ( $h_{A1}^2$ ) 0.60, diğer ikisinin ise ( $h_{A2}^2$  ve  $h_{A3}^2$ ) 0.2 dir. 1. 2. ve 3. dolaylı seleksiyon kriteri ile ıslahına çalışılan özellik arasındaki genetik ilgi sırası ile 0.5, 0.6 ve 0.8 olarak hesaplanmıştır. İslahta sağlanacak başarı açısından bu 3 dolaylı seleksiyon kriterinden hangisi kullanılmalıdır. Verimlilik açısından sıralayınız.

Çözüm:

6.9 No lu formül kullanılır;

$$1. \text{ özellik: } \Delta_{G_{BA1}} = \frac{\sqrt{0.60 \times 0.5}}{\sqrt{0.10}} = 1.225$$



$\sqrt{0.10}$

$\Delta G_{BA1} = 1.225 > 1$  olduğundan doğrudan seleksiyona oranla daha verimlidir.

$\sqrt{0.20 \times 0.60}$

İkinci özellik:  $\Delta G_{BA2} = \frac{\sqrt{0.20 \times 0.60}}{\sqrt{0.10}} = 0.849$

$\sqrt{0.10}$

$\Delta G_{BA2} = 0.849 < 1$  olduğundan doğrudan seleksiyona oranla daha az verimlidir.

$\sqrt{0.20 \times 0.8}$

Üçüncü özellik :  $\Delta G_{BA3} = \frac{\sqrt{0.20 \times 0.8}}{\sqrt{0.10}} = 1.132$

$\sqrt{0.10}$

$\Delta G_{BA3} = 1.132 > 1$  olduğundan doğrudan seleksiyona oranla daha verimli. Dolaylı seleksiyonun verimliliği açısından özellik sıralaması aşağıdaki gibidir;  
Sıralama: 1. Özellik > 3. Özellik > 2. Özellik

#### 6.1.4. Seleksiyonda verimlilik üzerine etkin faktörler

Bir generasyonda ve 1 yılda sağlanan genetik ilerleme 6.10 ve 6.11 No lu formüller ile hesaplanır.

$$\Delta G(y) = i \cdot h^2 \dots \dots \dots 6.10$$

$$\Delta G(y) = i \cdot h^2 / y \dots \dots \dots 6.11$$

Formüllerde;

$\Delta G(y)$ : Bir yılda sağlanacak genetik ilerleme,  $i$ : Seleksiyon üstünlüğü,  $h^2$  : Kalıtım derecesi,  $y$ : Generasyonlar arası süre

Uygulamada seleksiyon programlarında verimlilik ölçüsü olarak yılda sağlanacak genetik ilerleme [ $\Delta G(y)$ ] esas alınır. Yapılan seleksiyonun verimliliği, ıslahı amaçlanan özelliğe ait seleksiyon üstünlüğüne, kalıtım derecesine ve generasyonlar arası süreye bağlıdır.

Fenotipik varyansta genotipik varyansın payı, kalıtım derecesi ( $h^2$ ) olarak isimlendirilir ve aşağıda verilen formül ile hesaplanır;

$$h^2 = \frac{\sigma^2_G}{\sigma^2_G + \sigma^2_E} \dots \dots \dots 6.12$$

Burada;

$\sigma^2_G$ : Genotipik varyans,  $\sigma^2_E$ : Çevresel varyans.

Damızlığa ayrılan veya ayrılmış olan hayvanların doğdukları zaman ebeveynlerinin ortalama yaşı “generasyonlar arası süre” olarak isimlendirilir.

Bir populasyonda damızlığa ayrılan hayvanlara ait fenotipik değer ortalaması ile populasyon fenotipik değer ortalaması arasındaki fark “seleksiyon üstünlüğü” olarak isimlendirilir.

Seleksiyonda aynı generasyonda seleksiyonda dikkate alınan karakter sayısı arttıkça her bir karaktere uygulanan seleksiyon üstünlüğü ve sağlanan genetik ilerleme miktarı azalır.

$$i = \frac{n}{\sqrt{S \cdot E}} \dots \dots \dots 6.13 \quad \Delta G = \frac{1}{\sqrt{n}} \dots \dots \dots 6.14$$

Formüllerde:

i = Bir karaktere uygulanan seleksiyon üstünlüğü, S.E. Seleksiyon entansitesi, n: Dikkate alınan karakter sayısı, ΔG= 1 generasyonda sağlanan genetik ilerleme.

#### 6.1.4.1. Uygulamalar

1) 06.01. 1989 tarihinde bulunduğumuzu düşünelim. Bir sürüdeki son generasyonda damızlıkta kullanılmış hayvanlarda, Çizelge 6.1’de haklarında bazı bilgiler verilen 7 hayvanın, bu hayvanları temsilen usulüne uygun olarak seçildiğini varsayalım. Bu sürüye ait generasyonlar arası süreyi ve sürünün ortalama yaşını hesaplayınız.

Çizelge 6.1. Yedi hayvana ait muhtelif bilgiler

No	Doğum tarihi			
	Kendinin	Annesinin	Babasının	Baba No
1	23.08.1981	30.06.1976	25.05.1978	1
2	14.03.1983	16.07.1980	25.05.1978	1
3	13.09.1984	29.07.1981	25.05.1978	1
4	12.09.1978	30.06.1976	01.10.1976	2
5	31.08.1986	02.03.1983	25.05.1978	1
6	23.08.1980	29.09.1076	01.10.1976	2
7	29.10.1979	30.06.1976	01.10.1976	2

Çözüm

Hayvanlar doğduğunda anne ve babalarına ait yaşlar ile 6.1.1989 da damızlık hayvanların kendi yaşları Çizelge 6.1 kullanılarak Çizelge 6.2'deki şekilde hesaplanabilir;

Çizelge 6.2. Generasyonlar arası sürenin hesaplanabilmesi için yapılan hesaplama sonuçları

Hayvan No	Hayvan doğduğunda ebeveyn yaşı (gün)		06.01.1989 da hayvanın kendi yaşı (gün)
	Anne	Baba	
1	1879	1185	2691
2	971	1753	2123
3	1141	2301	1575
4	804	711	3766
5	1277	3018	858
6	2084	1421	3056
7	1216	1123	3354
Toplam	1339	1644	2489

$$1339 + 1644$$

$$\text{Gener. arası süre} = \frac{1339 + 1644}{2} = 1492 \text{ gün} = 49.7 \text{ ay} = 4.1 \text{ yıl}$$

$$\text{Sürü ort. Yaşı} = 2489 \text{ gün} = 82.9 \text{ ay} = 6.9 \text{ yıl}$$

2) Bir İsrail Friesian özel işletme kayıtlarından 1989 yılında kullanılan erkek ve dişi damızlıkların doğdukları zaman anne ve babalarına ait yaşlar hesaplanarak Çizelge 6.3'de verilmiştir. Bu sürüye ait generasyonlar arası süre ve ortalama yaşı hesaplayınız  
Çözüm:

$$\bar{X} \pm SX$$

Dişilerin annesi	1467.3 ±629.40
Dişilerin babası	1731.3 ±613.58
Erkeklerin annesi	2589.5±566.39
Erkeklerin babası	1947.5±221.32

$$\text{Generasyonlar arası süre: } 1933.9 \text{ gün} = 5.37 \text{ yıl}$$

Çizelge 6.3. Erkek ve dişi damızlıkların doğdukları zaman anne ve babalarına ait yaşlar

Damızlık Kulak No		Damızlıklar doğdukları zaman ebeveynlerine ait yaş ortalaması (gün)	
Dişi	Erkek	Anne	Baba
143		1879	663
214		971	1231
52		774	1169
280		1140	1779
374		1277	2496
115		693	1879
100		1296	1581
216		2481	2116
330		2178	2167
374		1277	2496
242		1166	1508
296		1975	1892
134		1804	588
181		2229	1013
290		1031	1867
182		2246	1030
366		544	2432
360		865	2363
370		2489	2489
290		1030	1867
	Rasim	2189	1791
	Ferhat	2990	2104
Toplam	20	2	

3) Bir süt sığırı sürüsünde süt veriminin seleksiyonla ıslahı amaçlanmaktadır. Seleksiyonda sadece süt verim miktarı dikkate alındığında, bir generasyonda 500 kg lık bir ilerleme sağlanmaktadır. Eğer, seleksiyonda süt miktarı yanında yağ oranına da yer verilmiş olsaydı, bir generasyonda süt verim miktarında ne kadar artış sağlanırdı.

Çözüm:

Sırası ile 6.14 ve 6.10 No lu formüller kullanılır;

$$\Delta G = \frac{1}{\sqrt{2}} = \%71 \quad \Delta G_1 = 500 \cdot 0.71 = 355 \text{ kg}$$

- 4) Generasyon aralığı 5.5 yıl, standardize edilmiş süt verim ortalaması 6200 kg, süt veriminin kalıtım derecesi 0,25 olan bir sürüde süt veriminin seleksiyonla ıslahı amaçlanmaktadır. Bu amaçla damızlığa ayrılan dişilerin standardize edilmiş süt verim ortalaması 7000 kg, erkeklerin ise (dölllerinden yararlanarak hesaplanmış) 7500 kg dır. Bu sürüde 1 yılda süt verimi açısından seleksiyonla ne kadar genetik ilerleme sağlanır.

Çözüm: Önce anne ve babalara ait seleksiyon üstünlüklerinin ortalaması alınarak uygulanan seleksiyon üstünlüğü hesaplanır;

$$i = \frac{i_a + i_b}{2} = \frac{(7000-6200) + (7500-6200)}{2} = 1050 \text{ kg}$$

Bulunan değer 6.11 No lu formülde yerleştirilir;

$$\Delta G_y = \frac{1050 \cdot 0,25}{5,5} = 47.72 \text{ kg}$$

#### 6.1.5. Seleksiyondan beklenenin gerçekleşmesi

Seleksiyondan beklenen genetik ilerlemenin ( $\Delta G_y$ ) gerçekleşip gerçekleşmemesi, veya hangi derecede gerçekleştiği seleksiyon üstünlüğüne ( $i$ ), ıslahı amaçlanan özelliğin kalıtım derecesine bağlıdır.

Generasyonlar arası süre genel olarak beklenenin gerçekleşmemesinde rol oynamaz. Çünkü, generasyonlar arası sürenin hesaplanmasında normal damızlık işletmeler için böyle bir hata kaynağı düşünülemez.

Beklenen ve gerçekleşen seleksiyon üstünlüğü ve kalıtım dereceleri muhtelif nedenlerle birbirine uymayabilir;

Seleksiyon üstünlüğü açısından beklenenin gerçekleşmemesi, damızlığa ayrılan hayvanların büyük kısmının ileriki generasyonda muhtelif nedenlerle (şansa bağlı olarak, akrabalı yetiştirme nedeni ile, tabii seleksiyon dolayısıyla) eşit olarak temsil edilememesi nedeni ile olabilir. Oysa, Bir özelliğin seleksiyonla ıslahına başlamadan önce hesaplanan beklenen genetik ilerleme, damızlığa ayrılan hayvanların hepsinin döl vereceği varsayımına dayandırılır. Bu varsayımın gerçekleşmesi ise, hiçbir populasyonda beklenmez. Ancak eşit olarak

temsil edilememenin tesadüften ileri gelip gelmediği istatistik metotlarla kontrol edilebilir.

Kalıtım derecesi açısından beklenenin gerçekleşmemesine, hesaplama yönteminde yapılabilecek muhtelif hatalar (akrabalı yetiştirme yapılan sürülerde akrabalı yetiştirme derecesi için düzeltme yapılmaması, c faktörü sözkonusu olmasına rağmen hesaplamada dikkate alınmaması, verilerin elde edildiği sürülerde genotip x çevre interaksyonunun söz konusu olması, az sayıda veya doğru tutulmamış verilerden kalıtım derecesi hesaplanması, kalıtım derecesi hesaplamada kullanılan genetik varyasyonun eklemeli ve eklemesiz tüm gen etkilerini kapsaması gibi), kalıtım derecesine bağlı olarak beklenenin gerçekleşmemesini sonuçlar.

#### 6.1.5.1. Uygulamalar

1) Populasyon süt verim ortalaması 3000 kg olan bir süt sığırları sürüsünden 1. Laktasyon süt verimleri 3100, 3500, 4000, 3700, 3500, 5000 kg olan 6 inek damızlığa ayrılmış ve çiftleştirilmiştir. Ancak bunlardan 2. si döl tutmamış, 6. ineğin yavrusu ise verimi belirlenene kadar yaşayamamıştır. Bu durumda süt verimi bakımından bir generasyonda hesaplanan genetik ilerleme miktarına ulaşılabilir mi (süt veriminin kalıtım derecesi 0,2 dir).

Çözüm:

$$\text{Hesaplanan ort.} = \frac{3100+3500+4000+3700+3500+5000}{6} = 3800 \text{ kg}$$

Beklenen ve gerçekleşen  $\Delta G$  lerin hesaplanmasında 6.10 No lu formül kullanılır;

$$\text{Beklenen } i = 3800 - 3000 = 800 \text{ kg}$$

$$\text{Beklenen } \Delta G = ixh^2 = 800 \times 0,2 = 160 \text{ kg}$$

$$\text{Gerçekleşen ortalama} = \frac{3100+4000+3700+3500}{4} = 3575 \text{ kg}$$

$$\text{Gerçekleşen } i = 3575 - 3000 = 575 \text{ kg}$$

$$\text{Gerçekleşen } \Delta G = ixh^2 = 575 \times 0,2 = 115 \text{ kg}$$

2) Süt veriminin ıslahı amaçlanan bir İvesi sürüsünde süt verim ortalaması 60 kg'dır. Laktasyon verimleri 65, 70, 75, 80, 85, 90, 92, 100 kg olan 8 koyun damızlığa ayrılmış ve çiftleştirilmiştir. Bunlardan 3. koyun yavru atmış, 8. İse döl tutmamıştır. Böyle bir sürüde acaba, süt verimi için ıslah programı yaparken planlanan genetik ilerleme gerçekleşir mi. (Süt verimi için  $h^2 = 0.25$  alınacaktır)

Çözüm:

$$\text{Aritmetik ort.} = \frac{65+70+75+80+85+90+92+100}{8} = 82.1 \text{ kg}$$

$$\text{Beklenen } i = 82.1 - 60 \text{ kg} = 22.1 \text{ kg.}$$

$$\text{Gerçekleşen ort.} = \frac{65+70+80+85+90+92}{6} = 80.3$$

$$\text{Gerçekleşen } i = 80.3 - 60 = 20.3 \text{ kg.}$$

$$\text{Beklenen } \Delta G = i \cdot h^2 = 22.1 \times 0.25 = 5.52 \text{ kg.}$$

$$\text{Gerçekleşen } \Delta G = i \times h^2 = 20.3 \times 0.25 = 5.07 \text{ kg.}$$

## 6.2. Pedigriye Göre Seleksiyon

Pedigriye göre seleksiyonda dişi ebeveynin fenotipik değeri ve erkek ebeveynin damızlık değeri dikkate alınır. Pedigri bilgilerinin damızlık seçimindeki yetersizliğine rağmen, fenotipten genotipi tahminde kullanılabilir elde daha emin seleksiyon kriteri bulunmaması durumunda yararlanılır. Ancak, pedigri kullanımının verimliliğini artırmak amacı ile ebeveynlere ait gerçek verim kabiliyeti (GVK) ve damızlık değeri (DD) hesaplanmalıdır. Bir hayvanın hayatı boyunca vereceği potansiyel verim, “gerçek verim kabiliyeti” olarak isimlendirilir ve hesaplamada aşağıdaki formüllerden yararlanılır.

$$\text{GVK} = \frac{\bar{\Sigma P}}{n} + b \cdot \frac{\Sigma (P_i - \bar{P})}{n} \dots \dots \dots 6.15 \quad b = \frac{n \cdot r}{1 + (n - 1) \cdot r} \dots \dots 6.16$$

Formüllerde;

GVK: Gerçek verim kabiliyeti,

$$\bar{\Sigma P}$$

---- : Hayvanın bilinen laktasyon verimlerinin ortalaması,

$$n$$

P<sub>i</sub>: İneğin verim yıllarından bir tanesindeki verimi,

$$\bar{P}$$

P: Hayvanın i. laktasyonunun belirlendiği yıldaki, i. laktasyon sırasına ait sürü ortalaması,

b: Hesaplamanın yapıldığı zamana kadar olan verimlerin ileride ne derece tekrarlanacağını gösteren regresyon katsayısı,

n: Hayvanın bilinen verim sayısı,  
r: Özelliğin sürüdeki tekrarlanma derecesi.

Bir hayvanın damızlık değeri, döllерinin populasyon ortalamasından gösterdikleri sapmalar ortalamasının 2 katı olup, aşağıdaki formül ile hesaplanır;

$$DD = ho^2 \cdot \frac{\sum (P - \bar{P})}{n} \dots \dots \dots 6.17$$

$$ho^2 = \frac{n \cdot h^2}{1 + (n - 1) \cdot r} \dots \dots \dots 6.18$$

Formüllerde;

DD: Damızlık değeri,

ho<sup>2</sup>: Muhtelif dönemlerdeki verimlerin ortalamalarına ait kalıtım derecesi,

n: Verim dönemi sayısı,

r: Özelliğin tekrarlanma derecesi,

h<sup>2</sup>: Özelliğin kalıtım derecesi,

$\bar{P}$ : Sürü ortalaması,

P: İneğin dönemlerden birindeki verimi.

#### 6.2.1. Uygulamalar

1) Süt veriminin kalıtım derecesinin h<sup>2</sup> = 0.25, tekrarlanma derecesinin r = 0.4 olduğu bir sığır sürüsünde 2 laktasyon verimi bilinen bir ineğin damızlık değerini (DD) ve gerçek verim kabiliyetini (GVK) hesaplayınız.

Laktasyon sırası	Yıl	Lak. Ver. (kg)	Sürü ort. (kg)	
			1. Lak	2. Lak
1	1	4000	3500	5000
2	2	4500	4200	5500

Çözüm:

Formül 6.16 ile b hesaplanır;

$$b = \frac{2.0,4}{1 + (2-1) \cdot 0,4} = 0.57$$

GVK'nın hesaplanmasında Formül 6.15'den yararlanılır;



$$GVK = \frac{4000 + 4500}{2} + 0,57 \frac{(4000 - 3500) + (4500 - 5500)}{2}$$

$$GVK = 4250 + 0,57 \left( \frac{500 + (-1000)}{2} \right) = 4107,5 \text{ kg}$$

Damızlık değerinin hesaplanmasında 6.17 ve 6.18 No lu formüller kullanılır;

$$h_o^2 = \frac{2 \times 0,25}{1 + (2-1) \times 0,4} = 0,35$$

$$DD = 0,35 \times \frac{(4000 - 3500) + (4500 - 5500)}{2} = - 87,5$$

- 2) Bir sığır sürüsünde süt veriminin tekrarlanma derecesi  $r = 0,4$ , kalıtım derecesi ise  $0,2$  dir. 1997, 1998 ve 1999 yıllarına ait laktasyon verimleri ile aynı yıllara ait sürü ortalama verimleri verilen aşağıdaki hayvanların DD lerini ve GVK lerini hesaplayınız.

Hayvan No	Lak. sırası	Yıl	Laktasyon ver. (kg)	Sürü ort. Verimi (kg)		
				1. Lak	2. Lak	3. Lak
1	1	1997	3000	2000	2500	3000
	2	1998	4000	2800	3000	3200
	3	1999	5000	3000	4000	4500
2	1	1998	2200	2800	3000	3200
	2	1999	3000	3000	4000	4500

Çözüm:

GVK için 6.15 ve 6.16, DD için ise 6.17 ve 6.18 numaralı eşitlikler kullanılır;

1. hayvan için;

$$GVK = \frac{3000 + 4000 + 5000}{3} + b \frac{(3000 - 2000) + (4000 - 3000) + (5000 - 4500)}{3}$$

$$3. 0,4$$

$$b = \frac{\dots}{1+(3-1) \cdot 0,4} = 0,67$$

$$GVK = 3166,7 + 0,67(833,3) = 4558 \text{ kg}$$

$$h_o^2 = \frac{3 \cdot 0,2}{1 + (3-1) \cdot 0,4} = 0,33$$

$$DD = 0,33 \cdot \frac{2500}{3} = 275$$

2. hayvan için;

$$GVK = \frac{2200+3000}{2} + b \cdot \frac{(2200-2800) + (3000-4000)}{2}$$

$$b = \frac{2 \cdot 0,4}{1+(2-1) \cdot 0,4} = \frac{0,8}{1,4} = 0,57$$

$$GVK = 2600 + 0,57 \cdot (-800) = 2144 \text{ kg}$$

$$DD = \frac{2 \cdot 0,2}{1+(2-1) \cdot 0,4} \cdot \frac{(2200-2800) + (3000-4000)}{2} = -228,57$$

3) Süt veriminin kalıtım ve tekrarlanma dereceleri sırası ile 0,2 ve 0,4 olan bir sığır sürüsünde 1990, 1991, 1992 ve 1993 yıllarında 4 ayrı laktasyon sırasında ortalama verimler aşağıda gösterilmiştir. 1993 yılı sonunda sürüde mevcut olan ve laktasyon verimleri aşağıda verilen 3 inek içinden DD ve GVK değerlerine göre hangi 2 tanesi damızlığa ayrılmalıdır.

İnek No	Lak. sırası	Laktasyon verimi	Verim yılı	Sürü laktasyon verimleri			
				1. Lak	2. Lak	3.Lak	4.lak
1	1	2500	1991	2000	2500	3000	3100
	2	3400	1992	2800	3000	3200	3400
	3	3500	1993	3000	4000	4500	4100
	4	3600	1994	3200	4100	4000	4400
2	1	3000	1991	2000	2500	3000	3100
	2	4000	1992	2800	3000	3200	3400
	3	5000	1993	3000	4000	4500	4100
3	1	2600	1991	2000	2500	3000	3100
	2	3500	1992	2800	3000	3200	3400

Çözüm

1. hayvan:

.0,4

$$b = \frac{.0,4}{1 + (4-1) \cdot 0,4} = 0,73 \text{ (Formül 6.15)}$$

Formül 6.16 ile;

$$GVK = \frac{2500 + 3400 + 3500 + 3600}{4} + 0,73 \frac{(2500-2000) + (3400-3000) + (3500-4500) + (3600-4400)}{4}$$

$$GVK = 3085,8 \text{ kg}$$

$$h^2 = \frac{4 \cdot 0,2}{1 + (4-1) \cdot 0,4} = 0,36 \text{ (Formül 6.17)}$$

$$DD = 0,36 \times \frac{(2500-2000) + (3400-3000) + (3500-4500) + (3600-4400)}{4} = -81 \text{ (Formül 6.18)}$$

2. Hayvan;

$$(3000-2000) + (4000-3000)$$

$$GVK = \frac{3000+4000+5000}{3} + \frac{3 \times 0,4}{1+(3-1) \times 0,4} \times \frac{(5000-4500)}{3}$$

$$GVK = 4550 \text{ kg}$$

$$DD = \frac{3 \times 0,2}{1+(3-1) \times 0,4} \times \frac{(3000-2000)+(4000-3000)}{3} = 275$$

3. hayvan;

$$GVK = \frac{2600+3500}{2} + \frac{2 \times 0,4}{1+(2-1) \times 0,4} \times \frac{(2600-2000)+(3500-3000)}{2}$$

$$GVK = 3259 \text{ kg}$$

$$DD = \frac{2 \times 0,2}{1+(2-1) \times 0,4} \times \frac{(2600-2000)+(3500-3000)}{2} = 106,3$$

### 6.3. Döllere ve Kardeşlere Göre Seleksiyon

Damızlık kabiliyetinin tespitinde hayvanların kendi fenotipik değerleri ve familya ortalamaları ayrı ayrı kombine edilerek kullanılır. ayrıca, tekrarlanan verimler için damızlık değerinin hesaplanması da mümkündür. Sadece dişide görülen verimler bakımından dişi damızlıkların verimi de, aynı şekilde bulunabilir. Buna karşın erkek damızlıklar ya kız kardeşlerine, veya dişi akrabalarına göre değerlendirilir.

Dişi akrabalarının fenotipik değerlerine göre seleksiyon için kullanılacak formüller aşağıda verilmiştir;

$$bGP = \frac{n \cdot r^G \cdot h^2}{1 + (n - 1) r^P} \dots \dots \dots 6.19$$

bGP = Damızlık adayının damızlık değerinin, dişi akrabalarının fenotipik değer ortalamalarına göre regresyon katsayısı

n: Dişi akraba grubundaki birey sayısı

r<sup>G</sup>: Damızlık değeri hesaplanacak hayvanla dişi akrabalarının genotipi arasındaki genetik ilişki (akrabalık derecesi)

h<sup>2</sup>: İslah edilecek özelliğe ait kalıtım derecesi

r<sup>P</sup>: Damızlık değeri hesaplanacak hayvanla dişi akrabaları arasındaki fenotipik benzerlik (r<sup>P</sup> = r<sup>G</sup> . h<sup>2</sup>)

Bu yolla yapılan seleksiyondaki isabet derecesinin hesaplanmasında ise, 6.20 No lu formül kullanılır;

n

$$r_{GP}^{\bar{}} = r^G \cdot h \sqrt{\frac{n}{1 + (n - 1) \cdot r^P}} \dots\dots\dots 6.20$$

Formülde;

r<sup>GP</sup><sup>̄</sup>: Seleksiyonda isabet derecesi

r<sup>G</sup>: Damızlık adayı ile dişi akraba grubu arasındaki genetik benzerlik

h: İslahına çalışılan karakterin kalıtım derecesinin karekökü

r<sup>P</sup>: Akraba grubu içindeki genetik benzerlik

### 6.3.1. Uygulamalar

1) Seleksiyonda isabet açısından döl kontrolünün önemini irdelleyiniz (h<sup>2</sup>=0.64, n= 10 alınız).

Yanıt:

$$r_{GP}^{\bar{}} = r^G \cdot h \sqrt{\frac{n}{1 + (n - 1) \cdot r^P}} = 0.8 \text{ dir. (6.20 No lu formül)}$$

Oysa, h<sup>2</sup>= 0.64 olduğuna göre ferdi fenotipik değere göre yapılan seleksiyondaki isabet de h = √0.64 = 0.8 dir. O halde seleksiyona tabi tutulan hayvanlarda eğer tek tek fenotipik değerler saptanabiliyorsa, bunların 10'ar dölüne ait ortalamalar yerine, kendilerine ait 1'er verim kaydını kullanmak, seleksiyonda isabet açısından bir şey değiştirmez. Ayrıca, generasyonlar arası süreyi kısaltarak seleksiyonun verimliliğini yükseltir.

2) Öz ve üvey kardeşlere ait fenotipik ortalamaların, damızlık adayının genotipik değerini belirtmedeki etkilerini n = 30 ve h<sup>2</sup> = 0.35 olarak gösteriniz (c<sup>2</sup> = 0 dır).

Yanıt:

6.19 No lu formül kullanılır;

$$b_{GP\ddot{O}z} = \frac{30 \times 0.5 \times 0.35}{1 + (30-1) \times 0.35 \times 0.5} = 0.864$$

$$b_{GP\ddot{U}v} = \frac{30 \times 0.25 \times 0.35}{1 + (30 - 1) \times 0.35 \times 0.25} = 0.742$$

#### 6.4. Yetiştirme Sistemleri

##### 6.4.1. Melez yetiştirme

Farklı genotiplere sahip hayvanların çiftleştirilmesi, veya çiftleşen gametlerin belli lokuslarda farklı allel genler taşıması “melezleme” olarak adlandırılır. Melezlemenin, tek başına ortalamayı yükseltici bir etkisi yoktur. Ortalama, ancak isabetli yapılmış bir seleksiyon ile birlikte melezlemenin uygulanması ile yükselir. Melezlemenin etkileri şöyle sıralanabilir;

- a) Genetik varyasyon meydana getirir.
- b) Yeni kombinasyonlar oluşur.
- c) Orta tip hayvan elde edilebilir.
- d) Üniform kullanma materyali elde edilir.
- e) Heterozis elde edilebilir.

##### 6.4.2. Akrabalı yetiştirme

Akraba hayvanların çiftleştirilmesi ile sürdürülen bir yetiştirme sistemidir. Akrabalı yetiştirme populasyon içinde gen kombinasyonlarının dağılım biçimini değiştirerek a) Populasyonda üzerinde durulan özellik açısından varyasyonu artırır, b) Homozigotların nisbi miktarını artırır, c) Heterozigotların nisbi miktarını azaltır, 4. Akraba hatlar oluşturur. Akrabalı yetiştirme yapılan bir sürüde akraba gruplar içi ve akraba gruplar arası varyans aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanabilir;

$$\text{Akraba gruplar içi varyans} = (1 - F) \times \sigma^2 G \dots \dots \dots 6.21$$

$$\text{Akraba gruplar arası varyans} = (1+F) \times \sigma^2 G \dots \dots \dots 6.22$$

$$\text{Genel varyans} = \text{Gruplar içi varyans} + \text{gruplar arası varyans} \dots 6.23$$

Formüllerde;

F: Akrabalı yetiştirme katsayısı,

$\sigma^2G$ : Akrabalı yetiştirme sistemine geçildiğinde o özellik için sürüdeki mevcut varyans.

Bir sürüde dışarıdan damızlık alınmayarak yetiştirmenin sürdürülmesi “kapalı yetiştirme” olarak isimlendirilir. Böyle bir sürüde bir generasyonda meydana gelen homozigotluk derecesi aşağıdaki formülle hesaplanır;

$$\Delta G (\%) = 1/8A + 1/8B \dots\dots\dots 6.24$$

Formülde;

$\Delta G$ : Bir generasyonda sağlanan homozigotluk derecesi,

A: O generasyonda kullanılan ve döl veren ana sayısı,

B: O generasyonda kullanılan ve döl veren baba sayısı.

#### 6.4.3. Rastgele çiftleştirme

Populasyona dahil tüm bireylere eşit çoğalma şansı verilmesi, rasgele çiftleştirme olarak tanımlanır. Rasgele çiftleştirme, tarife tam uyularak uygulandığı takdirde populasyondaki gen frekansını, genetik varyansı ve akrabalığı değiştirmez. Ancak, uygulamada bu yetiştirme sistemi ancak damızlık olarak kullanılacak hayvanlara eşit çoğalma şansı vermek sureti ile modifiye edilmiş şekilde uygulanabildiğinden, uygulanan seleksiyon entansitesine bağlı olarak gen frekansını, varyasyonu ve akrabalığı bir miktar değiştirir.

#### 6.4.4. Uygulamalar

1) Akrabalı yetiştirmenin populasyonun genetik yapısı üzerine olan etkilerini örnekle göstererek anlatınız.

Yanıt:

400 tane Aa genotipli şahıstan oluşan bir populasyon kendi aralarında yetiştirilsin. Her çiftleşmeden 1 yavru elde edilmiş olsun;

Başlangıç generasyonu	Aa x Aa (400 Aa)		
I. generasyon	100 AA	200 Aa	100 aa

I. generasyonda elde edilen her genotip kendi arasında yetiştirilsin;

	AA x AA	Aa x Aa	aa x aa
II. generasyon	100 AA	50 AA 100 Aa 50 aa	100 aa

Yukarıda başlangıç generasyonunda ve I. ile II. generasyonların her ikisinde de A genine ait frekans a genine ait frekansa da eşit olup 0.5 tir. Yani generasyondan generasyona gen frekansında değişiklik

olmamıştır. O halde bu popülasyondaki ortalama gen değerleri de değişmemiştir. Örneğin A geninin değeri A=6, a=2 olsun.

$$\text{Başlangıç generasyonunda ortalama gen değeri; } 400Aa = \frac{400x(6+2)}{8} = 400$$

I. generasyonda genlerin ortalama değeri;

$$100AA+200Aa+100aa = \frac{100x(6+6) + 200x(6+2)+100x(2+2)}{400} = 8$$

Yukarıda görüldüğü gibi, her generasyonda genlerin ortalama değeri birbirine eşittir. O halde, akrabalı yetiştirme her generasyondaki şahısların ortalama değerini değiştirmemektedir.

2) Kapalı yetiştirilen bir sığır sürüsünde bir generasyonda 2 boğa ve 80 inek kullanılmıştır. Bu sürünün 25 yıl aynı şekilde yetiştirildiği düşünülürse, sürüdeki homozigotluk derecesi hangi düzeye ulaşır (Generasyon aralığı 5 yıldır).

Çözüm:

6.24 No lu formül kullanılır;

$$\Delta G = 1/8x80 + 1/8x2 = 1/640 + 1/16 = 0.064 = \% 6.4$$

$$\%6.4 \times 5 \text{ generasyon} = \%32$$

3) Bir generasyonda 50 ana ve 1 baba kullanılan kapalı bir sürünün bir generasyondaki homozigotlaşma hızı ile, 50 ana ve 3 baba kullanılan bir başka kapalı sürüyü homozigotlaşma hızı açısından karşılaştırınız.

Çözüm:

6.24 No lu formül kullanılır;

$$\Delta F_1 = 1/8x50 + 1/8x1 = 0.12 = \% 12$$

$$\Delta F_2 = 1/8x50 + 1/8x3 = 0.044 = \% 4.4$$

4) Bir sığır sürüsünde 15 yıldır akrabalı yetiştirme uygulanmaktadır. Bu yetiştirme sistemine geçildiğinde sürü içindeki genetik varyans  $\sigma^2G = 0,30$  idi. Şu anda akrabalı yetiştirme katsayısı (F) = 0.7'ye ulaşmıştır. Bu zamanda sürüdeki genel varyansı (genotipik varyansı) hesaplayınız.

Çözüm:

6.21, 6.22, 6.23 No lu formüller kullanılır;

Formül .21'den;

$$\text{Akraba gruplar içi varyans} = (1-F) \cdot \sigma^2G = (1-0,7) \times 0,3 = 0,09$$

Formül 6.22'den;

$$\text{Akraba gruplar arası varyans} = (1+F) \cdot \sigma^2G = (1+0,7) \times 0,3 = 0,51$$



Genel varyans = 0,09 + 0,51 = 0,60 (Formül 6.23'den)

#### **KAYNAKLAR**

- Akman, N., Eliçin, A., 1984. Hayvancılık Kayıtlarının Tutulması ve Değerlendirilmesi. Hayvancılıkta İleri Teknikler Semineri. 3-9 Temmuz 1984, Tahirova-Gönen, 304-327.
- Düzgüneş, O., 1976. Hayvan Islahı. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Yay., 1976; No: 98, Ders Kitabı: 3, 309 sayfa, Adana.
- Eker, M., Kesici, T., Tuncel, E., 1982. Orta Anadolu Devlet Üretim Çiftliklerinde Yetiştirilen Esömer Sığırlarda Süt Verimini Ergin Çağ'a ve 305 Güne Düzeltme Katsayılarının Hesaplanması: Doğa Bilim Derg., Seri D, 6, 25-34.
- Etgen, W.M., Reaves, P.M., 1978. Dairy cattle feeding and management. Sixth edition, 638 sayfa, 1978, USA.
- Foley, R.C., Bath, D., Dickinson, F.N., Tucker, H.A., 1972. Dairy cattle principles, practices, problems, profits. Philadelphia, 669 sayfa, USA.
- Harvey, W.R., 1986. User's Guide for LSMLMW, P.C. Version (PC-1). The Ohio State Univ., Columbus, USA.
- Hazel, L.N. ve Lush, J.L., 1942. The Efficiency of Three Methods of Selection. J. Heredity, 1942; 33: 393-399.
- Hazel, L.N., 1946. The Covariance Analysis of Multiple Classification Tables with Unequal Subclass Numbers, Biometrics, 2: 21-25.
- Kesici, T., Yener, S.M., Gürbüz, F., 1986. Devlet Üretim Çiftliklerinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırlarda Süt Verimini Ergin Çağ'a ve 305 Güne Göre Düzeltme Katsayılarının Saptanması. Doğa Bilim Derg., Seri D, Sayı: 1, 45-58.
- Lush, J.L., 1945. Animal breeding plans. Collegiate Press, Ames, Iowa, USA.
- Norman, H.D., Miller, P.D., Mc. Daniel, B.T., 1974. USDA-DHIA Factors for Standardizing 305-day Lactation Records for Age and Month of Calving. U.S. Dep. Agr., Research Service, ASR-NE-40
- Robertson, A., 1954. Inbreeding and performance in British Friesian cattle. Proc. Brit. Soc. Anim. Prod., 87-92, UK.
- Şekerden, Ö., Özkütük, K., 1990. Büyükbaş Hayvan Yetiştirme. Çukurova Üniv. Ders Kitabı, No: 122, 392 sayfa, Adana
- Şekerden, Ö., 1991. Gelemen ve Karaköy Tarım İşletmesi Müdürlüklerinde Yetiştirilen Jersey Sığırlarında Süt Verimini Ergin Çağ'a ve 305 Güne Göre Düzeltme Faktörlerinin

- Belirlenmesi. Doğa Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Derg., 15 (1991), 22-32.
- Şekerden, Ö., Aydın, N., 1993. Kapalı yetiştirilen bir sığır sürüsünde akrabalık. Doğa Türk Vet. ve Hay. Derg., 17(1), 55-58, Ankara.
- Wright, S., 1921. Correlation and Causation, J. Agr. Research., XX.No: 7.
- Wright, S., McPhee, H.C., 1925. An approximate Method of calculating coefficients of inbreeding and relationship from livestock pedigrees. J.Agric. Res., Camb, 31: 377-383.
- Yalçın, B., 1968. Birden Fazla Karakter İçin Seleksiyon Metodları. T.B.T.A.K/VHAG Kurs Notu, Teksir, 68/5

## ÖNSÖZ

Hayvan Islahının temeli Yirmibirinci Yüzyılın başlarında muhtelif bilim adamları tarafından atılmıştır. Bu güne kadar yeni teknik ve metodlarla söz konusu bilim sürekli zenginleşerek komplike bir hal almıştır. Bu kitap, lisans ve yüksek lisans aşamalarında okutulan derslerde teorik ve pratik arasındaki bağlantıyı kurarak rakamsal örneklerle konuların anlaşılmasını kolaylaştırmak amacı ile hazırlanmıştır. Kitabın hazırlanma amacı, daha çok hesaplama tekniğini göstermek olduğundan, hemen tüm örnekler kuramsal olarak ve az sayıda veri ile oluşturulmuştur. Bu nedenle de çıkan sonuçların büyüklüğünün gerçeğe ne kadar benzediği üzerinde durulmamalıdır.

Prof. Dr. Özel ŞEKERDEN

Antakya, 30.06.2000