

YERLİ GEN KAYNAKLARI KORUMA SÜRECİNDE AKRABALI YETİŞTİRME OLGUSUNUN YÖNETİMİ

M. İhsan SOYSAL¹

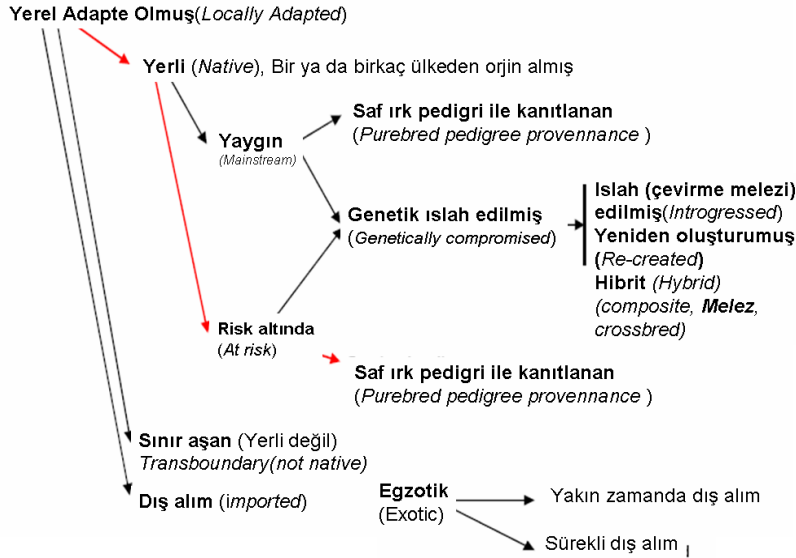
Emel ÖZKAN²

Serdar GENÇ³

Çiftlik hayvanları genetik kaynakları koruma sürecinde tartışmalar yeterince maddi imkanlar olmadığından küresel ölçekte mevcut ırklardan çeşitliliği mümkün olduğunca en geniş aralıkta temsil edebilecek “bireylerin seçilebilirliği” üzerine yoğunlaşmaktadır. Bazı ülkelerde (örn; İngiltere) mevcut bütün yerli ırklar koruma programları kapsamına alındığından hangi ırkın öncelikli olarak programa alınacağı konusunda bir sorun yaşanmamaktadır. Ancak böyle ülkelerde ana sorun hayvanların tümünün değil de maddi imkanlar nedeniyle mevcut tüm yerli ırklardan in-situ ya da ex-situ koruma için seçilen sürülerin oluşturulduğu koşullarda akrabalı yetiştirme riskinin artması söz konusudur. Diğer bir deyişle sadece bir verim elde ederek ekonomik artış gözetilmesi yerine, ırk içindeki çeşitliliğin izlenmesi suretiyle genetik sağlığın yönetimi ve akrabalı yetiştirme katsayısındaki ani yükselişlerin önlenmesi gerekir.

Evcil hayvan genetik kaynakları koruma sürecinde dört önemli safha söz konusudur. Bu safhalar; tehlike düzeyinin belirlenmesi, belirleme faktörlerinin ve önceliklendirme faktörlerinin belirlenmesi, risk altındaki ırkların yönetimidir. Bir ırkın değeri onun genetik değeri ve kültürel değerinin ürünüdür. Koruma süreci yerli ırkları melezlemeye karşı korumayı amaçlar.

“İrk” terimi Avrupa kökenli bir kavramdır. “Populasyon” terimi ise dünya ülkelerinin tümü için daha uygundur. İrklar konusundaki tanıma ilişkin başlangıç mesafesi zooteknik anlamda bir ülkesel organca tanınan, tescil edilen özellikleri belirten listeden oluşmaktadır.



Şekil 1. İrk kavramına ilişkin şematik gösterim

Koruma altına alınan populasyonlarda tehlike sınıfları için; risk uyarı, eylem eşiği ve kritik risk eşikleri gibi üç noktanın önemli olduğu belirtilmektedir. Bu durumda kritik, eylem, uyarı gibi üç sınıf önerilmektedir.

Tablo 1. Yetiştirme yaşındaki dişi sayısına göre rakamsal eşikler

Sınıf	Sığır	Koyun	Keçi	At	Domuz	Kanatlı
Kritik (critica)	150	300	300	200	100	100
Eylem (active)	1500	3000	3000	2000	1000	1000

¹ Prof. Dr., Namık Kemal Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Biyometri ve Genetik ABD

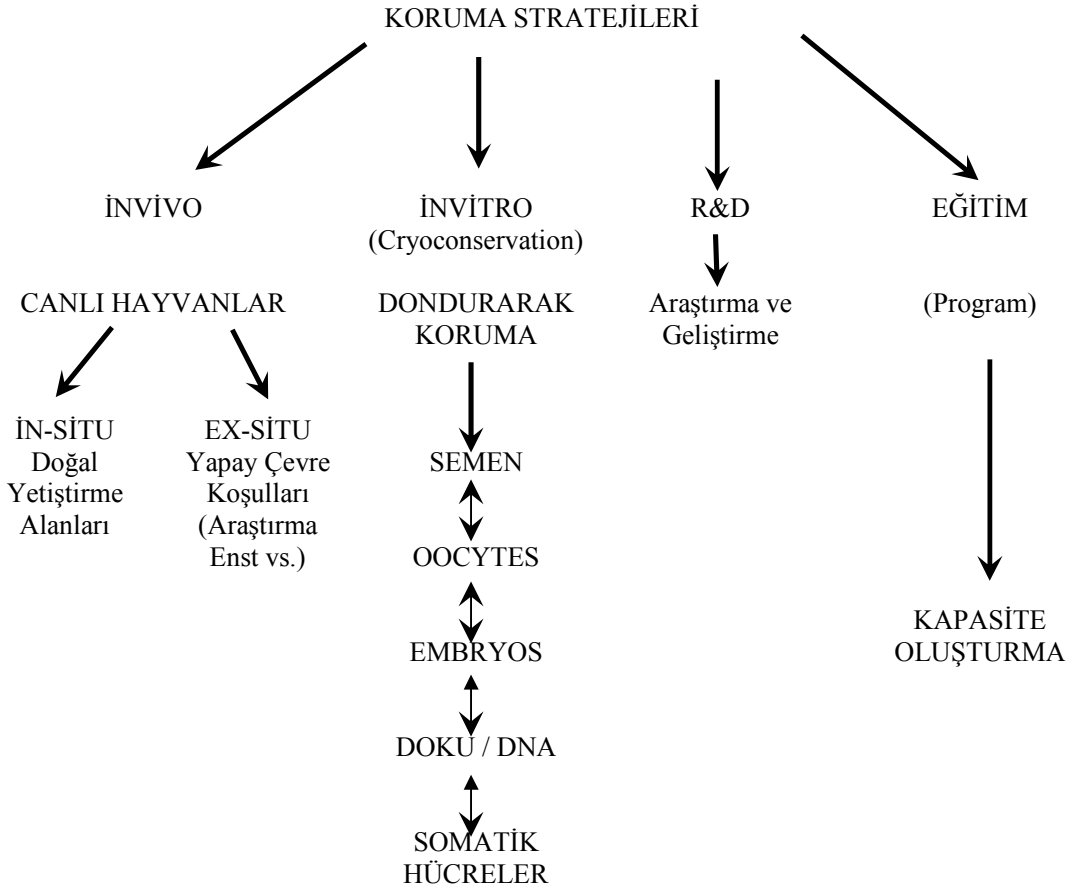
² Yrd. Doç. Dr., Namık Kemal Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Biyometri ve Genetik ABD

³ Arş. Gör., Namık Kemal Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Biyometri ve Genetik ABD

Uyarı (warning)	3000	6000	6000	4000	2000	2000
-----------------	------	------	------	------	------	------

İrkların koruma altına alınması sürecinde tehlike sınırı bakımından İngiltere Worcester Üniversitesi bir ırkın ağırlıklı merkezden 25 km çapındaki bir alan içinde ırk popülasyonunun %75'inin varlığı gibi bir ölçüyü esas alan eşik değeri önermektedir. Benzer şekilde melezleme baskısı ile yok olma tehlikesi yani çevirme ıslah melezlemesi (intragression) için bir genarasyonda %25' lik ıslaha maruz kalma "uyarı" sınırını, %12.5 ise kritik sınırı göstermek üzere kullanılabilir.

Yerli ırk (native breed) belli bir ülkede başlangıçta tanımlanmış, bir ülkeden orjin alan yani şekillendiği ülkede mevcut olan ırkı tanımlar. Bu konuda asıl ölçüt bu ırka ilişkin yetiştirme süresinin 40 yıl (6 nesil) mevcut oluşudur. İngiltere örneğinde bu genetik kriteri karşılamayan ve saf ırk pedigrisi kayıtları göstermeyen (çevirme melezlemesi ile ıslah edilen) yakın zamanda oluşturulmuş, yeniden yapılandırılmış, komposit vs. ırkın önceliklendirmeye alınmaması önerilmektedir. Risk altındaki ırklar için üç sınıf (uyarı, kritik, eylem) söz konusu olmak üzere 2000-6000 yetişkin dişi sayısı eşiği kullanılmaktadır. Yani bu sayılar söz konusu olduğunda yok olma tehlikesi uyarısı algılanmalıdır. Aynı maksatla coğrafi kesafet (popülasyonun % 75 'inin 25 km çaplı alanda yer alması) faktöründe kullanılmaktadır. Risk belirleme için akrabalı yetiştirme hızı her genarasyonda en fazla % 1 eşiği ile (Ne=50) alınabilir. Islah çalışması ile genetik erozyon bakımından eşik her genarasyonda %2.5'i yani safların % 2.5'u melezleme ile azalıyor "uyarı" önerilir.

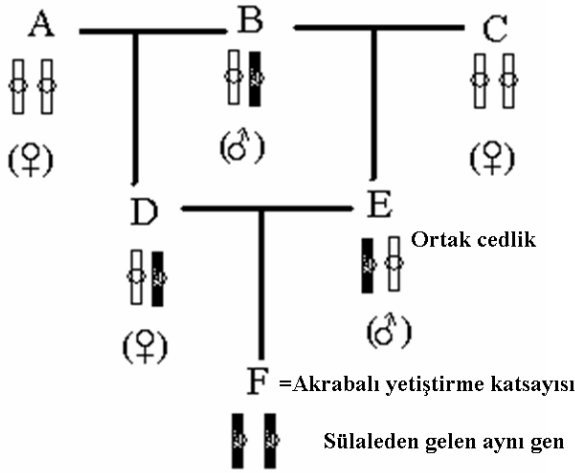


Şekil 2. Yerli Evcil Çiftlik Hayvan Gen Kaynakları [YEÇİHAGEK] Koruma Stratejileri

Akrabalı Yetiştirme

Bu terim en yalın biçimde birbiri ile akraba bireylerin eşleşmesini ifade eder. Bu eşleşen bireyler ister yakın ister uzak akraba olsunlar sonuçta sürüyü oluşturan bireyler birbiriyle giderek daha yakın akraba haline gelirler. Akrabalı yetiştirme katsayısı ise bir bireyin kurucu örnek ceden gelen aynı genin iki kopyasını içermesi olasılığını temsil eder. Bu olguda "aynı gen" terimi bir bireyin homolog kromozom

çiftinden herhangi bir üyesinin ortak ced aracılığı ile aktardığı iki dölünden bu döllerin birleşmesi ile oluşan döllerde bir araya gelmesini ifade eder. Bu terim bazen “sülaleden gelen aynı benzerlik” (Identical By Descend=IBD) adıyla ifade edilir. Ortak ced ise bir bireyin hem ana hem babalarına gen veren cediti tanımlar. Burada homolog kromozom çifti 1 ve 1' şeklinde ise ortak ceden mesela (1) iki ayrı dölle geçirilmiş olabilir. Sonra akrabalı yetiştirme nedeniyle aynı (1) nolu kromozom bunların dölllerinde bir araya gelir ve homolog kromozom çifti (1,1) şeklinde olur [ya da (1',1')]. Bu durumda (1) nolu kromozomun aynı kopyası söz konusudur. Bu durum aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 3. Koyu gösterilen (B) ortak ceddeki kromozomu, D ve E döllere geçirilip onların eşleşmesi ile elde edilen, F dölde bir araya gelmesi, (F) döldeki kromozom çifti, (B) ortak ceddeki aynı bir tane (taralı gen) kopyasıdır (sülaleden gelen aynı benzer gen - IBD) dir. Diğer bir deyişle en alttaki birey üvey kardeş eşleşmesi ürünüdür. Bu bireyin ebeveynleri arasındaki akrabalık ortak cedlik ya da akrabalık katsayısı ile ölçülebilir. Bu değer bu iki bireyin paylaştıkları (bu iki bireyde de bulunan) aynı genlerin oranını verir. Bir dölün akrabalı yetiştirme katsayısı ebeveynlerinin akrabalık katsayısı ile tahmin edilebilir ve bireyin ortak kurucu ceden (yukarıdaki örnekte büyükbabadan) kalıtladıkları aynı allelin (genetik varyant) iki kopya bulunma olasılığını temsil eder.

Eğer bir birey aynı genin iki identik kopyasını taşırsa birey o genler için homozigottur. Böylece daha çok düzeyde akrabalı yetiştirme ile tüm genom boyunca daha çok homozigot bireyler söz konusu olur. Bu olgu akrabalı yetiştirmede neden daha çok kalıtsal hastalıkların ortaya çıkmasının nedenidir. Bütün bireylerin bazı dezavantajlı mutasyonlu genleri (hastalıklı genleri) taşımaları nedeniyle normalde akrabalı yetiştirilmemiş bireylerde heterozigot formda yani genlerden biri normal biri mutasyonlu (değişmiş, hastalığa yol açan) gen içerdiğinden hastalık görülmez. Bu durumda heterozigot bireyde genin normal kopyası açıklanmakla kusurlu kopyasının faaliyeti baskılanmaktadır.

Akrabalı yetiştirilmiş bir bireyde bu bireyin aynı hastalık geninin de iki kopya içermesi ve bu hastalığı göstermesi şansı daha yüksektir. Bir bireyin akrabalı yetiştirme katsayısı bu bireyin ebeveynleri arasındaki ilişki ile belirlendiğinden bu birey elde edilmeden önce muhtemel eşleşmeyi oluşturacak ebeveynler arasındaki ortak cedlik (akrabalık) katsayısı yardımı ile önceden tahmin etmek bir kontrol olanağı verir. Akrabalı yetiştirme küçük ve genetik olarak izole edilmiş pedigrili ırklarda bireylerin tümü az sayıda ortak cede irtibatlanabileceğinden akrabalık artar. Böylece ilerleyen generasyonlar boyunca akrabalı yetiştirme zamanla kaçınılmaz bir biçimde doğal olarak artar.

Genetik dar boğaz (bottleneck), seleksiyon gibi bazı olgular bu akrabalı yetiştirme hızını artırır. Dar boğazlar özellikle sınırlı sayıda bireyler (mesela seçkin boğalar) gelecek generasyonlara diğer ebeveynlere kıyasla daha çok döl katkısı verdiğinde, böylece genlerin mütakip generasyonda daha çok

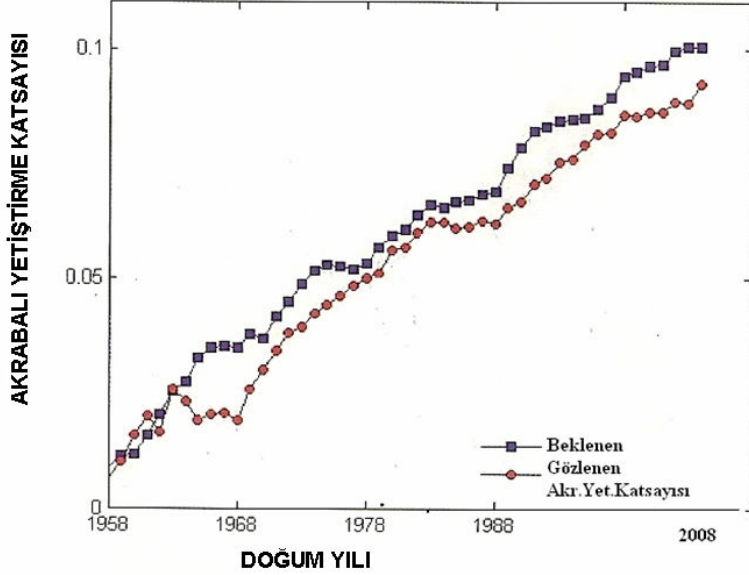
katkıda bulunma şansına sahip olduğu da söz konusu olur. Seleksiyonda benzer etki gösterir çünkü seçilen bireylerin daha sınırlı aileden gelme olasılığı söz konusudur. Akrabalı yetiştirme artan homozigotluk nedeniyle genetik çeşitliliğin hem bireyler içi hem de bireyler arası azalması söz konusudur. Bir populasyonda akrabalı yetiştirme hızı (genetik çeşitlilik kayıp hızı) etkili populasyon büyüklüğüne yani gen havuzuna katkıda bulunan birey sayısı ile orantılıdır. Genellikle uzmanlar akrabalı yetiştirme hızının her genarasyondeal olarak % 0.5 yada en fazla %1 den daha fazla artmaması gerektiğini önerirler. Bu değerler ile etkili populasyon büyüklüğü 100 değerine ulaşır. Eğer etkili populasyon büyüklüğü bu değerlerin altına düşerse akrabalı yetiştirme hızı (inbreeding depressive) nedeniyle populasyon uyumu sürekli biçimde azalır. Neticede uzun dönemde populasyon yaşamını sürdüremez.

Akrabalı Yetiştirmenin Kontrol Metotları

Akrabalı yetiştirmeyi kontrol metotları; eşleşme stratejilerine bağlı yöntemler ve akrabalı yetiştirme hızını sınırlayan metotlar diye ikiye ayrılır. Akrabalı yetiştirme stratejilerini kontrol yöntemleri yakın akrabalar arası eşleşmeden kaçınma ve faktoriyel eşleştirme gibi iki biçimde uygulanır. Akrabalı yetiştirme hızını sınırlama olgusu ise rotasyonel (dönüşümlü) eşleşme şemaları ya da daha kompleks eşleştirme için seçilen ebeveynlerin akrabalığını minimize eden yaklaşımları içerir. Bazı durumlarda aynı ırkın diğer coğrafi alt populasyonları ile hatta çok yakın akraba bireylerle akraba dışı (outcrossing) eşleşmesi gibi yollarla gidirilmesi düşünülebilir.

EŞLEŞTİRME STRATEJİLERİ İLE AKRABALI YETİŞTİRME DÜZEYİ KONTROLÜ

Yakın akrabaların eşleşmesinden kaçınmak bireylerin akrabalı yetiştirme katsayılarını oldukça küçük tutulmasını sağlar. Sayısı azalmış ırklara ilişkin yetiştiriciler genellikle akraba bireylerin eşleşmesinden kaçınmak gerektiğini bilirler. Irkların soy kütüklerinde yapılan populasyon analizleri ile beklenen ve gözlenen akrabalı yetiştirme düzeyleri tahmin edilebilir. O sürüye ilişkin ortalama akrabalı yetiştirme katsayılarının gözlenen değerleri ile bir genarasyon önce doğan bireylerin akrabalı yetiştirme katsayıları (beklenen) karşılaştırılması bu konuda fikir verebilir. Aşağıdaki şekilde (Blott S., 2010) İngiltere’de Suffolk at ırkında yapılan bir durum tesbiti çalışması verilmiştir. Bu grafikte Suffolk ırkının (x) ekseninde 50 yıllık zaman diliminde (1968-2008) (y) ekseninde ortalama akrabalı yetiştirme katsayıları (beklenen ve gözlenen) gösterilmiştir. Bilindiği gibi atlarda genarasyon aralığı 7 yıl kabul edilir. Bu grafikte küçük kareler içeren hat beklenen akrabalı yetiştirme katsayısı, küçük daireler içeren hat gözlenen akrabalı yetiştirme katsayısını temsil eder. Söz gelimi 1980 ‘deki beklenen akrabalı yetiştirme hızının bu yüzden bir genarasyon önceki yani 1973 ‘deki doğan atların ortalama akrabalığının eşit bulunduğu gözlemlenmiştir. Gözlenen akrabalı yetiştirme hızının beklenen hızın altında olması bu örnekte verilen ırkın yakın akraba bireyler eşleşmesinden kaçındığının ölçüsüdür. Eğer gözlenen akrabalı yetiştirme düzeyi beklenen akrabalı yetiştirme düzeyinden fazla ise bu durum eşleşmelerin yakın akrabalar arasında yapıldığının ölçüsüdür. Ayrıca akrabalı yetiştirme hızı eğrinin eğimi etkili populasyon büyüklüğünün tahmininde kullanılabilir. Şekildeki örnekte bu değer her genarasyonda % 1.4 tahmin edildiğinden etkili populasyon büyüklüğü 40 olarak tahmin edilmiştir. Bu değer bu ırk için bildirilen standartların altında olduğundan sürdürülebilir etkili populasyon büyüklüğünün temini için çalışmalar yapılmıştır.



Şekil 4. Suffolk at ırk sürüsünde 50 yıllık akrabalı yetiştirme hızının grafiği (Blott S. 2010)

Diğer bir eşleştirme stratejisi de Faktöriyel Eşleştirme 'dir. Bu yöntemde akrabalı yetiştirme birikimi ertelenmiş olur. Faktöriyel eşleşme her dişinin her erkekle eşleşmesini öngörür. Oysa iç içe (hiyerarşik) sınıflama bir erkeğin farklı dişi grupları ile eşleşmesini öngörür. Faktöriyel eşleşme kanatlı, balık gibi multipor ve çok yavru veren türlerde dişilerin çoklu eşleşmesinin mümkün olduğu hallerde pratiktir. Ayrıca bu yöntem sığırlarda da potansiyel olarak çoklu yumurtlama embriyo transferi (Multiple Ovulasyon Embryo Transfer=MOET) ve suni tohumlama gibi üremeyi takviye eden tekniklerle uygulanır. Ancak az sayıda erkeğin bir grup dişi ile sürünün devam ettirildiği doğal yönetim sistemlerinde bu tekniğin uygulanması zor olabilir. Eşleşme stratejileri ile akrabalığın belirtilen yönde akrabalı yetiştirme düzeyi genel toplamda değişme sadece birikimi erteler. Bu nedenle akrabalı yetiştirme hızını sınırlayan metotlar uygulanmalıdır.

♀/♂	A	B	C	D
1	X			
2		X		
3			X	
4				X

♀/♂	A	B	C	D
1	X	X	X	X
2	X	X	X	X
3	X	X	X	X
4	X	X	X	X

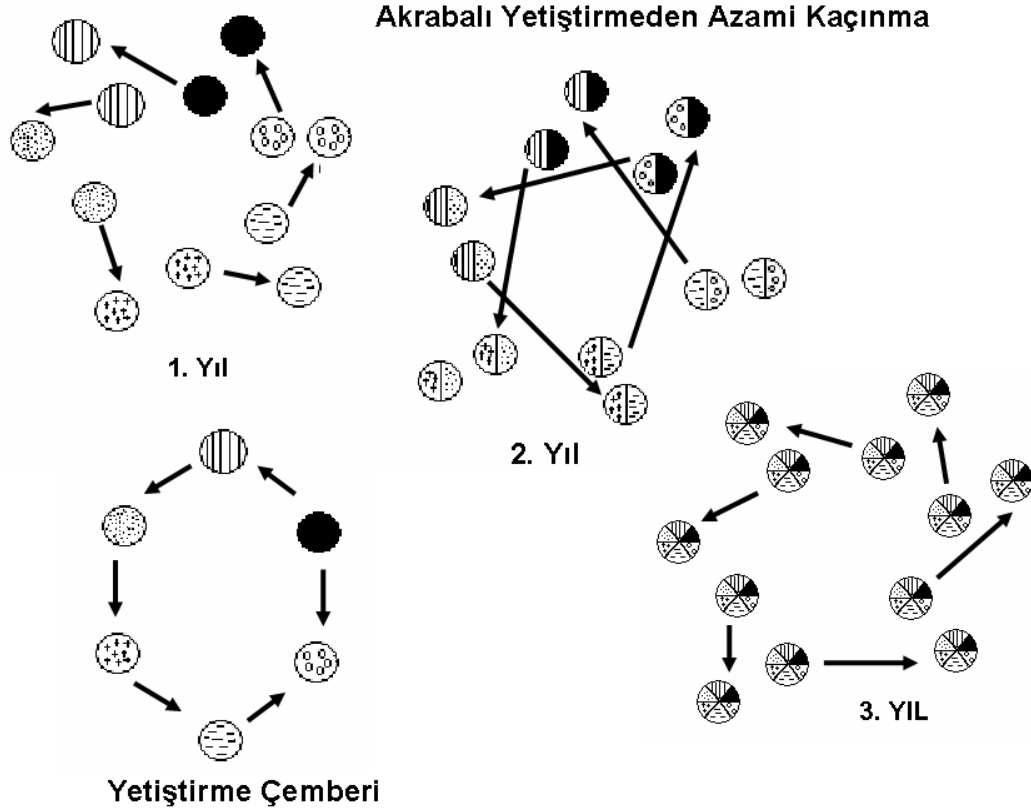
Şekil 6. İç içe eşleşmede her dişi farklı erkekle yavru üretir (eşleşmeler sıra sütun kesişimdeki gözlerde çarpı (x) işareti ile gösterilmiştir). Faktöriyel eşleşmede her dişi her erkekle yavru üretir. Akrabalı Yetiştirme Hızını Sınırlama

Akrabalı yetiştirme hızını sınırlamadaki bir metot da dönüşümlü eşleşme şemaları ile seçilen ebeveynlerin arasındaki akrabalığın ileri hesap teknikleri esasına göre minimize edilmesidir. Dönüşümlü eşleşme şemaları bireyin pedigrisinin bilinemediği durumlarda kullanılabilir. Böyle denemelerde kişi akrabalıktan azami kaçınma (Maximum Avoidance of Inbreeding=MAI) ve eşleşme halkaları (breeding circles) diye bilinen iki yöntemi kullanır (Winding ve Kaal, 2008).

MAI kısa adlı yöntemde, akrabalı yetiştirme alt popülasyonlardan dişilerin her yıl farklı alt sürülerden erkeklere verilmesini mümkün olduğu kadar sürdürülebilir. Koç halkaları (ram circle) ya da eşleşme grup çemberi (breeding circle) sistemi ise bazen koyunculukta bir sürüdeki erkeklerin ikinci bir sürüde kullanımı şeklinde söz konusudur. Sürüler asla kendi sürülerinde doğan erkekleri kullanmaz, ayrı verici sürüdeki erkekler kullanılır. Şekil 4 'de bu olgu gösterilmiştir. Eşleştirme grup çemberi modelinin MAI'ye göre çeşitli pratik yararları vardır. Söz gelimi bu grup çemberine

kolaylıkla diğer alt populasyonlar katılabilir. Çünkü alt populasyonlar sadece aynı verici alt populasyondan erkekler alır.

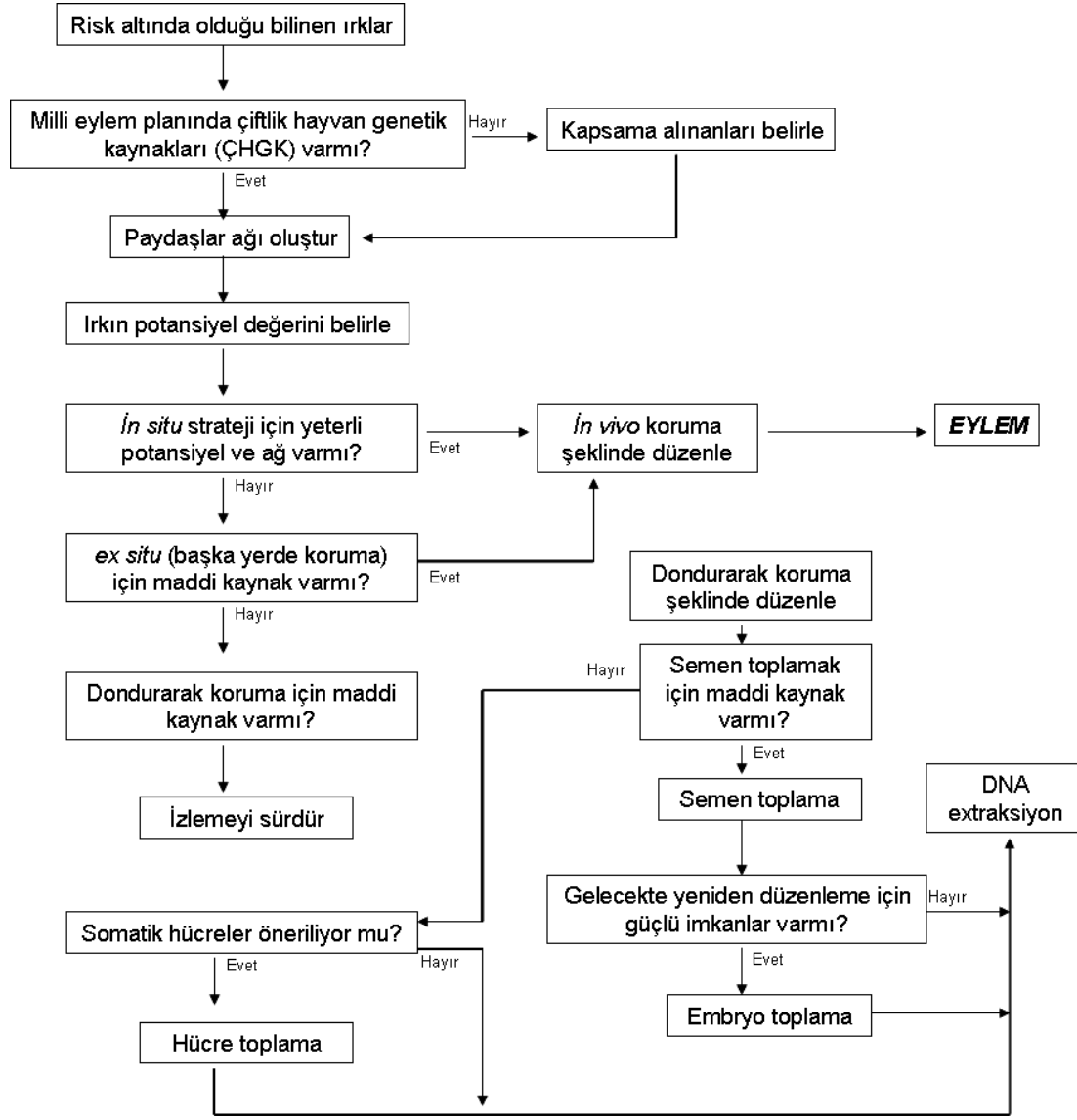
Akrabalıktan Azami Kaçınma (MAI) Yöntemi
Eşleştirme Grup Çemberi Yöntemi



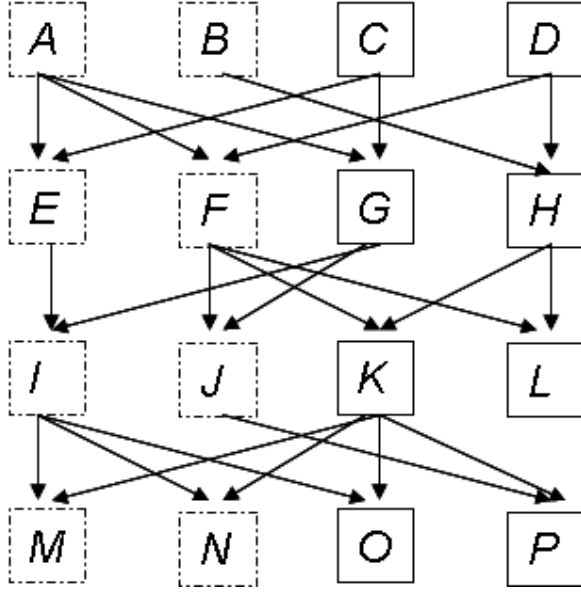
Şekil 7. Akrabalıktan azami kaçınma (Maximum Avoidance of Inbreeding=MAI) yönteminde 5 yıl süreli bir uygulamada genleri katılan sürülerde iyi bir kazanımı sağlanabilir. Eşleşme için bir aryaya getirilecek verici ve alıcı sürüler her yıl değişir. Oysa eşleştirme grup çemberi modelinde sol altta verici ve alıcı sürüler hep aynı sabit eşleşmede kullanılır.

Böylece eşleşme grup çemberleri birbiri ile hayvan değiştiren alt populasyonlar arasındaki coğrafi mesafeyi minimum kılar. Akrabalı yetiştirmeyi sınırlama yaklaşımındaki başarı ebeveynlerin akrabalık ilişkilerine göre seçimine dayanır. Optimal katkı şemalarında hayvanların ebeveyn olarak seçilmelerinin gelecek genarasyonda döllerin ortalama akrabalı yetiştirme katsayısı minimum olacak şekilde seçimini öngörür. Bu süreç bireylerin tam pedigrilerinin bilinmesini ve kapsamlı hesaplamaları gerektirir. Çeşitli yazılımlarda olduğu gibi burada da pedigrilerin tutulma temayülü vardır. Bu yöntemin bir avantajı istenmeyen özelliklere karşı (genetik kusurlu) yanında bazı istenilen özellikler için seleksiyonu mümkün kılacak şekilde olmasıdır.

Bu durum özellikle nadir ırklar söz konusu olduğunda uygulanan seleksiyonun çeşitliliğini sürdürmek bakımından ciddi sonuçları olduğunda daha da önem kazanır. Bu konudaki bir örnek koyun ırklarında “scrapie” ye karşı direnç için seleksiyon sistemlerinde Hollanda koyun ırkında akrabalı yetiştirme hızını minimum seviyede tutarak “scrapie” dayanıklı genotiplerin seleksiyonu için bir uygulama sergilenmiştir (Vinding ve Dik, 2004). Optimum katkı (optimum Contribution=OC) seleksiyonu olarak nitelendirilen bu uygulamada diğer koruma sürülerine de tatbiki mümkün olur.



Şekil 8. Koruma seçeneklerinin belirlenmesi.



Şekil 9. Bir pedigrî örneği soldaki kareler çizgili olan ve sağdaki düz olan iki sütun farklı cinsiyetleri temsil eder.

	A	B	C	D
M, N, O	3/8	1/8	1/4	1/4
P	1/8	1/8	3/8	1/8

Tablo 2. A, B, C, D cedlerinden M, N, O, P'ye genetik aktarılanlar

Akrabalı yetiştirme hızının (ΔF) bir genarasyonda ideal olarak % 0.5 en fazla %1 arttırılmasına izin verilir.

SONUÇ

Belirtilen araçların uygulamaya konulması yetiştiricilerin işbirliğini gerektirir. Özellikle optimum katkı seleksiyon programları gibi ileri yöntemler hangi hayvanların birbirleri ile eşleşeceğini değil aynı zamanda yetiştirme için alıkonulacak hayvanları belirlemeyi tanımlar. Bu olgu ise özellikle çok sayıda yetiştirici var ise hangi hayvanın seçileceği konusunda farklı görüşler dolayısıyla ciddi bir karşıtlık oluşturabilir. Bu konunun uygulanması için işbirliği kültürü geliştirmek gerektirir. Birlikte çalışmayı istemek ve ömrümüzün yettiği sınırın daha ilerisine yönelmek, hedeflere odaklanmak için amaçlar geliştirilmelidir. Akrabalı yetiştirmenin yönetimi yok olma tehlikesi altındaki yerli ırklar için uzun dönemde kritik öneme sahip olup yetiştirme önceliği yüksek hedefler oluşturulmalıdır.

Başarılı bir sonuç için pratik uygulama planları geliştirmek gerekir. Bu planlar yönetimin nasıl sağlanacağını sürecin nasıl mali bakımdan destekleneceğini dikkate almak durumundadır. Yetiştiricilerin bu plana riayet etmeleri çok önemli olup yetiştiricilerin bu konuda teşvik primleri ile yönlendirilmesi gerekir. Bu konudaki bir olasılık kalite güvence uygulamaları ile sonuçta katılımcıların ekonomik ya da mali avantajlara sahip olabileceği bir düzenleme düşünülebilir. Başarılı koruma programları akrabalı yetiştirme hızının başarılı yönetimini gerektirir. Eğer başarılı yetiştirme yöntemleri şemaları oluşturma konusunda yeterli değilsek koruma çabalarının başarısızlığı sağlayabileceği olasılığını göz önüne almamız gerektiğini bilmeliyiz.

Kaynaklar

Bloot S., 2010. Conserving rare breeds a matter of managing inbreeding, The Ark Magazine, Volume XXXV, No: 1, Winter 2010.

- Windig J. J., Eding H., Moil L. and Kaal L., 2009. Effects on inbreeding of different strategies aimed at eliminating scrapie sensitivity alleles in rare sheepbreeds in Netherlands, *Animal Sciences* 79, 11-20
- Windig J. J., Meulemer H. and Kaal L., 2009. Selection for scrapie resistance are simultaneously restriction of inbreeding in rare sheep breed "Mengellander", *Preventive Veterinary Medicine* 78, 161-171.
- Windig J. J. and Kaal L., 2008. An effective rotational mating scheme for inbreeding reduction in captive population illustrated by rare sheep breed kempisch heidesc laap, *Animal* 2:12, 1733-1741
- Oldenbroek Kor (2007). Utilization and conservation of farm animal genetic resources. Wageningen Academic Publisher.
- Wooliams J., P. Berg, Asko Maki Tanila, T. Meuwissen, E. Fimland. Sustainable management of animal genetic resources. *Nordic Gene Bank Farm Animals*.
- Gandini G. C., Ollivier L., Danell B., Distl O., Georgoudis A., Groneveld E., Marty E., Van Arendonk J. A. M. ve Wooliams J. A. (2004). Criteria to assess degree of endangerment of livestock breeds in Europe. *Livestock production science* 91:173-182.
- Wooliams J. A. (2004). Managing population at risk in farm animal genetic resources. Edited by Simm G., Villanueva B., Sinclair K. D. ve Tounsent S. Nottingham: Nottingham Univ. Press. Pp 85-106.
- Falconer D. S. ve T. F. C. Mackey (1996). *Introduction Quantitative Traits* 4th Edition Hallam. U.K.
- Anonymus. (2009). *Livestock Keepers. Guardians of biodiversity*. Animal production and health paper No:167, Rome.
- Anonymus.(1998). *Secondary Guidelines for development of national farm animal genetic resources management plans. Management of small population at risk*. FAO.
- Hall S. ve Ruone J. (1993). *Livestock breeds and their conservation a global overview* conservation. *Biology* 7:815-825.
- Alderson L. (1990). *Genetic conservation of domestic livestock* C.A.B. International Wallingford. U. K.
- Falconer D. S. (1998) *Introduction to quantitative genetics* 3rd edition. Longman Scientific and Technical Harlow, Essex, U. K.
- Meuwissen T. H. E. ve Lvo Z. (1992). Computing inbreeding coefficients in large population. *Genetic Selection Evolution*. 24:305-313