

Hayvan Islahı

Prof. Dr. Numan AKMAN

A. Ü. Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü

Anadolu Üniversitesi Yayınları arasında yer alan "Hayvan Yetiştirme" kitabında (ISBN 978-975-06-0927-5) bir bölüm olarak yayınlanmıştır.

GİRİŞ

Dünya'da besin maddesi olarak kullanılan bitkisel ve hayvansal ürünler, tarihin ilk dönemlerinde avcılık ve toplayıcılıkla elde edilmiştir. Zamanla nüfusun artması, iklim değişiklikleri vb. faktörler avcılık ve toplayıcılık yoluyla besin sağlamada bir takım zorluklara yol açmıştır. Bu zorlukları ortadan kaldırma çabalarına besin güvenliğini sağlama, yani besini sürekli olarak yararlanabilecek biçimde bulundurma, gayretleri de eklenince, avcı ve toplayıcı toplumların bir kısmı tarım toplumuna dönüşmeye başlamıştır. Bu dönüşümün görece erken gerçekleştiği ve başarılı olduğu coğrafyalarda nüfus daha hızlı artmış, insan gruplarının daha üst düzeylerde örgütlenmesi gereği ortaya çıkmıştır.

Toplumlarda örgütlülük düzeyi yükseldikçe, tarımsal faaliyette bulunmadığı halde beslenmesi gereken tarım dışı nüfus da yavaş yavaş artmaya başlamıştır. Zamanla bilginin artması, tarım dışı alanlardan da zenginlik yaratılabilmesi ve sanayinin katkısının çoğalması, insanlığı tarım toplumundan sanayi toplumuna taşımıştır. İçinde bulunduğumuz çağ ise bilgi ve iletişim çağı olarak tanımlanmaktadır. İnsanlığın varlığından günümüze çeşitli isimlerle anılan dönemlerin hiçbirinde tarım önemini kaybetmemiş, sadece toplam nüfusta tarımla uğraşanların ve toplam gelirden tarımsal üretim değerinin payı azalmıştır. Özetle tarım toplumunun ortaya çıkışından günümüze tarımsal üretimin şekli, boyutu ve yapılış şeklinde önemli değişiklikler olmuş, fakat tarım ürünlerinin insanlık için önemi hiç azalmamıştır ve azalması da beklenmemelidir.

Dünya nüfusu 1950 yılında 2,5 milyar iken 2000 yılında da 6 milyara ulaşmıştır. Bu artışın 2075 yılına kadar süreceği, 2025 yılında 7,8 milyar olacak nüfusun, 2050 yılında 8,9 milyara, 2075 yılında da 9,2 milyara ulaşacağı öngörülmektedir. Daha sonra ki dönemlerde nüfusun azalacağı, örneğin 2300 yılında yaklaşık 9 milyar olacağı tahmin edilmektedir. Kısaca hızı azalsa da, nüfus artışı uzunca bir süre daha devam edecektir. Ayrıca 2000'li yılların başında dünya nüfusunun neredeyse %15'i açlıkla karşı karşıyadır. Açlığı ortadan kaldırmanın insanlık görevi olduğu kabul edilir ve nüfusun artmaya devam edeceği hatırlanırsa, her geçen gün daha çok besin maddesi üretmenin ve bunları her insana ulaştırmaya çalışmanın önemi daha belirgin hale gelir.

Daha çok besin maddesi üretmenin iki yolu vardır. Bunlardan biri üretim birimi sayısını artırmak, diğeri de üretim birimi başına üretim hacmini, örneğin inek başına süt verimini, yükseltmektir. Bunların her ikisinde birden artış sağlamak da mümkündür. Örneğin bir ülkede sığırdan sağlanan süt üretimi artırılmak istendiğinde ya inek sayısı (üretim birimi), ya inek başına verim (üretim hacmi) ya da her ikisi birden artırılmalıdır.

Hayvan sayısını artırmanın her durumda mümkün olmadığı ve üretim maliyeti başta olmak üzere bir takım olumsuzluklar taşıdığı bilinmektedir. Bu nedenle üretim artışı sağlanmak istendiğinde öncelik, genellikle üretim ünitesi başına verimi artırmaya verilir. Herhangi bir sürünün bireyleri, bir ya da birçok verim bakımından değerlendirildiklerinde, bazılarının diğerlerinden daha iyi ya da kötü oldukları anlaşılabilir. Yani dikkatli bir gözlemci bile bazı hayvanların diğerlerinden daha yüksek veya daha düşük verimli olduğunu fark edebilir. Böyle bir tespitten sonra yapılacak iş sürüde yüksek verimli hayvanların sayısının/oranının artırılmasıdır. Aslında *"bir sürüde yer alan hayvanların neden hepsi yüksek verimli değil?"* sorusu ıslah ihtiyacının başlangıcı sayılmalıdır. Başlangıcı sağlayan sorunun *"acaba sürüde yüksek verimli veya daha yararlı hayvanların sayısını nasıl artırabilirim?"* sorusu olduğunu söylemek de mümkündür. Ama bu soru ıslah imkanını ortaya koymaktan ve ıslahın gerekliliğinden ziyade, ıslah için yöntem arayışını ifade eden soru olarak akılda tutulmalıdır.

Hayvan ıslahı, bir populasyonun¹ ya da sürünün bir veya birden fazla özellik bakımından genotipik değerini² yükseltmeyi amaçlayan bir bilim dalıdır. Hayvan ıslahının sağlıklı olarak yürütülebilmesi için önce üretimin gerçekleştiği sistem ve bu sistemin üretime etkileri kavranmalı, ardından çevre ile genotipik değer veya genotipik düzey arasındaki ilişki anlaşılmalıdır. Bu aşamaları bir populasyonda veya sürüde görülen farklılık ve bunun kaynaklarının belirlenmesi izler. Damızlıkların seçimi ve seçilenlerin amaca uygun çiftleştirilmeleri ile de hedefe varılmaya çalışılır. Aşağıda, bu sıralama da akılda tutularak, bazı açıklamalar yapılmıştır.

ÜRETİM SİSTEMİ ve SİSTEMİN UNSURLARI

Karşılıklı etkileşim içerisinde bulunan unsurların, tasarlananları gerçekleştirmek amacıyla bir bütün oluşturacak şekilde organize edilmiş, düzenlenmiş haline sistem denir. Bu ifade esas alınarak, bir üretim alanında, yani bir işletme ya da bölgede, öngörülen hayvansal ürünün üretimine etkili olduğu bilinen bağımsız değişkenler bütünü oluşturduğu yapı "hayvansal üretim sistemi" olarak tanımlanabilir. Her hangi bir hayvansal ürün söz konusu olduğunda sistemin dört ana unsuru vardır. Bunlar;

- a. Fiziksel çevre,
- b. Sahip olunan kaynaklar ve yönetim becerisi,
- c. Ekonomi,
- d. Hayvan

olarak sıralanabilir. Aşağıda bu sıralamada yer alan unsurlar hakkında kısa açıklamalar yapılmıştır.

Fiziksel Çevre: Üretime etkili olan ama insan denetiminin çok fazla olmadığı faktörler bu grupta değerlendirilir. Bunlardan ilk akla gelenler, işletme arazisinin denizden yüksekliği, yıllık yağış miktarı, toprak yapısı, doğal meraların durumu, arazinin engebeli ya da düz olmasıdır. Daha önce de belirtildiği gibi bu unsurları istediğimiz şekle getirmek ya mümkün olmaz ya da çok fazla harcama gerektirir.

Bazı ürünlerin üretiminde veya bazı üretim sistemlerinde fiziksel çevre oldukça önemlidir. Örneğin koyun ya da Ankara keçisi yetiştiricisi için son derece önemli olan mera varlığı ve niteliği, yumurta tavuğu yetiştiricileri için önem taşımaz. Aynı şekilde süt sığırtı yetiştiricisi için sulanabilir arazi varlığı önemli iken, broyler (etlik piliç) yetiştiricileri sulanabilir arazi arayışında olmazlar.

Kaynaklar ve Yönetim Becerisi: Üretimin bir işletme içerisinde gerçekleştiği düşünülürse, bu işletmenin sahip olduğu kaynaklar ile bunların yönetimi arasında kaçınılmaz bir ilişki olduğu kolayca anlaşılabilir. Bir işletmenin arazi varlığı, sermaye varlığı, sahip olduğu hayvan barınakları, yem üretme olanakları, iş gücü varlığı ve parasal gücü o işletmenin ana kaynaklarını oluşturur. İşletmecinin üretimle ilgili karar ve uygulamaları da *yönetim becerisi* olarak tanımlanabilir. Bir işletme sahibinin yönetim becerisinin yüksek olması, bilgi ve teknoloji kullanmaya istekliliği, örgütlenme ile ilgili çalışmalara olumlu katkısı gibi hususlar genellikle o işletmenin üretimini olumlu yönde etkiler.

Ekonomi: Üretim fikrinin temelinde üretimi gerçekleştiren kişi/kişiler ya da kurum/kurumlara fayda veya kazanç sağlama isteği vardır. Bir başka ifade ile ticari anlamda üretim kar sağlamak için yapılır. Sağlanacak karın miktarı da üretim hacmi yanında, bir birim üründen sağlanan kara bağlıdır. Bir birim üründen sağlanan kar ise onun satış fiyatı ile her türlü gideri içeren üretim maliyeti arasındaki farktır. Tarım alanında üretim yapanlar çoğu kez ne maliyeti

¹ **Populasyon:** Birbirleriyle az ya da çok akrabalık ilişkisi bulunan bireylerin oluşturduğu grup. Zaman zaman bir tür, bir ırk ya da bir sürünün bütün bireylerini ifade etmek için kullanılabilir.

² **Genotipik değer:** Bireyin herhangi bir özelliğine etkili genlerin eklemeli etkileri toplamı, belirli bir genotipin ortalama performansı, bir bireyin sahip olduğu genlerin onun bir özelliği bakımından performansına etkisi.

etkileyen unsurlara, ne de ürün fiyatına etkili olabilirler. Örneğin bir süt sığırı yetiştiricisi ne dilediği fiyatla süt satma, ne de dilediği fiyatla karma yem alma imkanına sahiptir. Kısaca, ekonomiyi göz ardı eden bir üretim sistemi söz konusu olamaz.

Hayvan: Hayvansal ürünler üretiminin temel unsuru elbette hayvandır. Bir işletme ya da bölge için uygun olan hayvanın tanımlanması gerekir. Üretici açısından uygunluğun ölçüsü hayvanın işletmeye sağladığı yarar olmalıdır. Bir işletme sahibi, çok yüksek verimli de olsa masrafı gelirinden fazla olan hayvanlarla çalışmak istemez. Aynı şekilde daha fazla ürün sattığında daha çok kar edeceğini anlayan bir yetiştirici de düşük verimli hayvanlara katlanamaz.

Hayvansal üretim sisteminin hayvan dışında kalan unsurlarının çok değişik halleri olabilmektedir. En azından Türkiye’de bütün bölgelerin koyun veya sığıra sağlayabileceği fiziksel çevre aynı değildir. Bunu diğer faktörler için söylemek de mümkündür. Kısaca, bir ülke ya da bölgede, aynı ürünü üretmek söz konusu olduğunda bile, birbirinden farklı çok sayıda üretim sistemi olabilir. Bu durumda yapılacak iş üretim sistemlerini ayrıntılı bir şekilde tanımlamak ve bunlara uygun hayvanlar geliştirmeye çalışmaktır. Herhangi bir üretim sistemine daha yararlı genotipler elde etmek veya mevcut genotipleri daha yararlı hale getirmek amacıyla yürütülen faaliyetler “*Hayvan Islahı*” olarak tanımlanabilir. Üretim ve karlılığı etkileyen diğer unsurların olumlu hallerini etkin kılmaya yönelik çabalar ise çevre faktörlerinin düzenlenmesi olarak nitelenir.

UYUM (Adaptasyon), TÜR ve IRK

Canlıların hayatta kalabilmeleri, yaşadıkları çevrenin, yaşamlarının devamını sağlayacak öğeleri içermesine bağlıdır. Hayvanların yaşadıkları çevreyi kendilerine daha uygun hale getirme becerileri yok denecek kadar azdır. Bu nedenle, herhangi bir hayvan türü veya ırkını yaşadığı çevrenin bir ürünü olarak değerlendirmek yanlış olmaz. Bugün insan eli altında yetiştirilenler dışındaki tüm türler doğa koşullarıyla baş başadır. Günümüz evcil hayvanları da yeryüzündeki varlıklarının önemli bir bölümünde tamamen doğa koşullarında yaşamışlardır. Türlerin herhangi bir çevrede varlıklarını sürdürebilmeleri onların o çevreye uyum sağladıklarını gösterir. Bazı türler birbirinden oldukça farklı çevrelerde yaşayabilmektedirler. Böyle türler, uyum yeteneği yüksek türler olarak bilinirler.

Canlılar ve bunlara ilişkin bilgiler sürekli bir değişim içinde olduklarından türü tanımlamakta güçlükler vardır. Buna rağmen *hayvanlar aleminde tür; kalıtsal yapıya bağlı olarak bir takım ortak özelliklere sahip olan, doğal koşullarda birbirleriyle çiftleşebilen ve çiftleştiklerinde de döl verme ve dölleme yeteneğinde yavrular veren canlı grubu* olarak tanımlanabilir. Yaşayabildiği her koşulda sığır kendi türüne, tavuk kendi türüne, keçi de yine kendi türüne özgü özellikler gösterir. Bu özellikler sayesinde koyun, sığır, tavuk, manda ve at gibi türler birbirlerinden kolayca ayrılabilirler.

Tür, zoolojik sınıflamanın en alt grubunu oluşturur. Oysa bir türün içinde birbirlerine daha çok benzeyen hayvan grupları da yer alır. Bazı ortak dış etkiler ve **genler**³ sayesinde birbirlerine daha çok benzeyen, dolayısıyla benzerliğin gözlemlendiği özellikler bakımından aynı tür içindeki diğer topluluklardan ayrılabilen grupların her biri ırk olarak adlandırılır. Kısaca *ırk; aynı tür içinde en az bir özellik bakımından birbirlerine benzeyen ve benzer oldukları bu ayırıcı özelliğin aynı şekilde dölllerinde de görüldüğü hayvan grubu olarak tanımlanır.*

Örneğin sığır türü içerisinde üç yüzden fazla ırk yer almaktadır. Akkaraman, Dağlıç ve İvesi ülkemizin sahip olduğu koyun ırklarından sadece üçüdür.

İrklar, başlangıçta büyük bir olasılıkla dahil oldukları türün değişik yerlerde ve ayrı ayrı evcilleştirilmeleri sonucu meydana gelmişlerdir. Evcilleştirmeyi takiben insanlar gereksinmelerini karşılayacak niteliklerde hayvanlara sahip olmak istemişlerdir. Her insan

³ **Gen:** Hücre çekirdeğinde bulunan kromozomları oluşturan DNA moleküllerinde morfolojik ve fizyolojik özelliklere ilişkin bilgileri kodlayan bağımsız en küçük kalıtım birimi

grubunun istek ve gereksinmelerinin aynı olmaması yanında, yaşanan bölgelerde çevre koşullarının ayrılığının da hayvan grupları arasındaki farkın belirginleşmesine, dolayısıyla aynı tür içerisinde fazla sayıda ırkın oluşmasına yol açtığı düşünülebilir. İnsanların gereksinmelerinin artması ve çeşitlenmesi yanında “Hayvan Islahı” ilkelerinin belirlenip uygulamaya aktarılmasıyla yeni ırklar elde etme çabaları yoğunlaşmıştır. Pek çok evcil türde elde edilen yeni ırkların katılımıyla ırk sayısı sürekli olarak artmaktadır.

İnsanların, hayvanların verimleri ve yaşama biçimlerine müdahalelerinin çok az olduğu ya da hiç olmadığı dönemlerde doğal koşullarda canlı kalabilenler, bir başka deyişle doğal **seleksiyona**⁴ karşı koyabilecek özelliklere sahip olanlar döl verebilmişlerdir. Bir grup içerisinde bu nitelikli bireylere, yani döl vererek gelecek generasyona gen aktarabilenlere uyum yeteneği yüksek canlılar denir.

İnsanların gereksinmelerindeki artış ve değişime bağlı olarak, var olan koşullarda döl vererek gelecek kuşaklara katkıda bulunanların verim seviyeleri zamanla yetersiz kalmaya başlamıştır. Bu eksikliği gidermek için hayvanların çeşitli verimleri o türün devamı için gereken düzeyin üstüne çıkarılmaya çalışılmıştır. Örneğin buzağısını büyütme üzere 400-600 kg civarında süt veren bir inekten çok daha fazla, bunun 10-20 katı, süt vermesi istenir olmuştur. Bu çabalar canlının fizyolojik dengesinde zorlanım meydana getirmiştir. Zorlanım arttıkça doğal olarak çevreye uyum yeteneği azalmıştır. Bundan kaynaklanacak olumsuzlukları ortadan kaldırmak amacıyla verimleri artırılan hayvanlara, olumsuz çevre koşullarından korunmaları için bazı destekler sağlamak yani çevreyi onlara uygun hale getirmek gerekmiştir. Bir başka ifadeyle verim seviyesini yükseltebilmek ve yükseltilemeyen seviyede tutabilmek için çeşitli çevre unsurlarına yatırım yapmak zorunlu hale gelmiştir.

Çeşitli çevre faktörleri denildiğinde ilk akla gelenler besleme, barındırma, sağlık koruma ve benzerleridir. Bu konularda desteklenmeyen veya eksik destek verilen hayvanların verimlerinde gerilemeler meydana gelir. Bu tip olumsuzluklardan etkilenme bakımından aynı türün ırkları arasında önemli farklılıklar vardır ve bu tip farklılıklar adaptasyon (uyum) yeteneği bakımından farklılıklar olarak da nitelenebilir. Sonuçta verimlerini, çok değişik koşullarda bile, önemli azalmalar olmaksızın sürdürebilen ırklar uyum yeteneği yüksek, sürdürmeyenler de uyum yeteneği düşük ırklar olarak nitelenirler.

İrkların uyum yetenekleri ile verim düzeyleri arasında bir ilişki kurulabilir. Genellikle, uyum yeteneği yüksek ırklar verim seviyeleri düşük ve orta olan ırklardır. Verimler yükseldikçe, fizyolojik zorlanım nedeniyle, olumsuzluklar daha etkili olmaya başlar. Bu tip olumsuzlukların en azından et ve süt verimi gibi özelliklerde azalmaya neden olduğu bilinir. Olumsuzlukların şiddeti artınca, döl verimi bakımından düşüklükler veya hiç döl vermeme hali ortaya çıkabilir. Bir ırkın çeşitli koşullarda döl vermesi ve döllерinin yaşayabilmesi o ırkın uyum yeteneği için uygun bir ölçü olarak kabul edilmelidir. Çünkü döl verimi o ırkın o koşullarda devamlılığını mümkün kılar. Aksinde, yani ırk yaşadığı çevrede yeterince döl veremiyor ise geleceği tehlikeye girer. Bu hal uyumsuzluğun uç noktasıdır.

Çevreye uyma ve verim seviyeleri bakımından aynı türün ırkları arasında fark olduğu gibi, aynı ırkın bireyleri arasında da farklılıklar vardır. Bu, herhangi bir sürü içindeki bireylerin çevreye gösterdikleri reaksiyonların farklı olmasının bir sonucudur. Bu farklılıkta, hayvanlar aynı işletmede tutuluyor olsalar bile, hem onları etkileyen çevre koşullarının farklılığının hem de genotiplerinin farklı olmasının payı vardır. Herhangi bir hayvan grubunda, üzerinde durulan özellikte görülen farklılığın bir ölçüsü olarak fenotipik varyans kullanılabilir. Bu farklılıkların şekli ve nedenleri aşağıda açıklanacaktır.

⁴ **Seleksiyon:** Gelecek kuşakların ebeveynlerinin belirlenmesi veya gelecek generasyona gen aktaracakların belirlenmesi

EKONOMİK VERİM SEVİYESİ

Herhangi bir ürünün üretimi için çeşitli harcamalar yapan ve yapacak olan işletmeler bu harcamaları karşılayacak ve arzulanırları düzeyde kar sağlayacak verim seviyesine sahip hayvanlarla çalışmak isterler. Hiçbir durumda zarar etmek istemezler. Yeterli bilgi olduğunda, herhangi bir işletme için yaptığı ve yapabileceği masrafları karşılayacak bir verim seviyesi hesaplanabilir. Kar içermeyen bu değer *ekonomik verim seviyesi* olarak tanımlanır. Şayet öngörülen karın verim olarak karşılığı hesaplanıp bu değere eklenirse, yeni oluşan değer *beklenen veya hedeflenen verim seviyesi* olarak adlandırılabilir.

Ekonomik verim seviyesi, işletmeye ait bir özelliktir. Bir işletmede üretim maliyeti yükselir veya ürün fiyatı azalır, ya da her ikisi bir arada gerçekleşirse ekonomik verim seviyesi artar. Bir başka ifadeyle işletme, masraflarını karşılayabilmek için her üretim biriminden daha fazla verim elde etmek zorunda kalır. Tersinde, yani üretim maliyeti azalır ve/veya ürün fiyatları yükselirse ekonomik verim seviyesi düşer. Çünkü işletmenin azalan masrafları, fiyatı yüksek daha az ürünle karşılanabilir. Örneğin pahalı bir barınakta kesif yeme dayalı besicilik yapan ve işgücüne de fazla harcama yapmak durumunda olan bir işletmenin, masraflarını karşılamak için hayvan başına günde en az 1050 g canlı ağırlık artışı sağlaması gerekebilir. Böyle bir işletme için ekonomik verim seviyesi 1050 g günlük canlı ağırlık artışıdır. Buna karşılık oldukça basit ve az masraf gerektiren barınaklarda, ucuz yemlere dayalı olarak veya merada besi yapan işletmeler için bu değer, ürün fiyatı yükselmediği halde, daha düşük, örneğin 700 g/gün, olabilir.

Hayvansal üretim sisteminin unsurlarının uyumu açısından önemli olan bu konunun daha iyi kavranabilmesi için süt sığırları yetiştiriciliğinden de bir örnek vermek yerinde olacaktır. Ürettiği sütü yüksek fiyatla satabilen işletme için ekonomik verim seviyesi, kendisiyle aynı girdileri aynı fiyatla kullanan, fakat sütü daha düşük fiyatla satmak durumunda olan bir işletmeden düşük olacaktır. Örneğin ilk işletme yılda inek başına 5 ton süt satarak bütün masraflarını karşılayabilirken, ikinci işletme için bu değer 6 ton olabilecektir. Eğer bu işletmelerin her ikisi de inek başına 5 ton süt satıyorlarsa, birinci işletme masraflarını karşılayabilirken ikinci işletme zarar edecek, belki de üretimine son verecektir. Bu tip olumsuzluklarla karşılaşmak istemeyen işletmeler hiç olmazsa ekonomik verim seviyelerini belirleyerek bu seviyenin üstünde verim kapasitesine sahip hayvanlarla çalışmalıdırlar. İşletmesinin ekonomik verim seviyesinin altında verim kapasitesindeki hayvanlarla çalışanlar daha baştan zarar etmeyi kabul etmişler demektir. İşletmecinin amacı, hiç olmazsa beklenen verim seviyesine uygun hayvanlarla çalışmak olmalıdır.

FENOTİP, GENOTİP ve ÇEVRE

Herhangi bir hayvanın herhangi bir özelliğinin ölçüm değeri ya da gözlem sınıfı *fenotip* olarak ifade edilir. Örneğin bir inek ilk laktasyonda 6850 kg süt vermiş ise, söz konusu hayvanın ilk laktasyon süt verimi bakımından fenotipik değeri, fenotipi, performansı veya verim seviyesi 6850 kg'dır denir. Aynı şekilde bir sığır alaca renkli ise, renk dağılımı (alacalılık) bakımından söz konusu sığırın fenotipi, fenotipik değeri alaca olarak ifade edilir. Yukarıdaki iki özellik, yani süt verimi ve renk dağılımı, bir arada ele alındığında sürüde süt verimi aynı olan iki hayvan bile bulunamayacakken, bütün sığırları tek renkli (düz) ya da alaca olarak tanımlanan iki gruptan birine dahil etmek mümkündür. Bu ayrımı ifade etmek için özellikler iki grup altında incelenir. Bunlardan ilki kantitatif (nicel) özellikler, ikincisi de kalitatif (nitel) özellikler olarak adlandırılan grupta yer alır.

Hayvanların herhangi bir özellik bakımından fenotipik değerine iki unsur etkilidir. Bunlardan biri genotip diğeri de çevredir. Genotip bir bireyin genetik yapısı veya belirli bir lokus⁵taki allel⁶ kompozisyonu olarak tanımlanabilir. Canlıların kromozomlarına kodlanmış genlerin toplamının oluşturduğu yapıyı da genotip olarak tanımlamak mümkündür.

⁵ **Lokus:** Genlerin genetik materyal yani kromozomlar üzerindeki yeri

⁶ **Allel:** Bir lokusta yer alan genlerden, kimyasal ve fonksiyonel olarak farklı olanların her biri

Bir özellikten tek başına genotipin sorumlu olduğu haller vardır. Örneğin sığırlarda boynuzun olup olmaması bir gen çifti tarafından belirlenir. Bu genlerin etkisi de çevreye bağlı olarak değişmez. PP veya Pp genotipindeki bir sığır boynuzsuz, pp genotipindeki bir sığır da boynuzludur. Buna karşılık bazı özelliklere de çok sayıda gen çifti etkilidir ve bu genlerin etkileri çevreye bağlı olarak değişebilir. Örneğin süt verimi, yapağı verimi, yumurta verimi bu gruptan özelliklerdir. Bir dişi sığırın, bir koyun ya da keçinin süt verimi bakımından genotipi hayatının her döneminde aynıdır. Ama hayatlarının bir bölümünde süt vermeyen bu hayvanların, süt verdikleri dönemlerdeki verimleri yaş, rasyon, yıl, bakıcı vb. unsurlara bağlı olarak değişebilir. En azından yeterli kadar su içmeyen bir ineğin ya da keçinin bir sonraki gün süt veriminde bir azalma meydana gelir. Ama mümkün olduğunca aynı koşullarda tutulan ineklerin süt verimleri hiçbir zaman aynı olmaz.

Herhangi bir verimin şu ya da bu düzeyde oluşmasına etkili genotip dışındaki bütün etkenler "çevre faktörleri" olarak nitelenirler. Çevre faktörlerinin bir bölümünün üzerinde durulan özelliği ne yönde ve ne miktarda etkiledikleri hesaplanabilir. Örneğin bir sürüden rastgele seçilen iki grup inekten birinci grup yaz, diğer grup da kış aylarında doğurmuş olduklarında bu grupların ortalama süt verimleri arasında bir farklılık mevcut ise, bunun akla gelen ilk nedeni farklı mevsimlerde doğurmuş olmaları, yani doğurma mevsiminin farklı olmasıdır. Böyle durumlarda her bir doğurma mevsiminin süt verimine etkisi hesaplanabilir. Bunun yanında aynı mevsimde doğuran ineklerin verimleri de birbirinden farklıdır. Bu farklılıkta sadece ineklerin farklı genotiplerde olmaları değil, çevrenin de etkisi vardır. Ne var ki bu etkinin miktarı hesaplanamaz. Yani hangi çevre faktörünün hangi halinin bir hayvanın veriminde ne yönde ve ne miktarda bir değişikliğe yol açtığı bilinemez. Vejetatif olarak üretilen ve aynı saksıda yetiştirilen bireyler arasında bile bir farklılık olduğu hatırlanırsa, bu durum daha kolay anlaşılabilir.

Herhangi bir sürüde herhangi bir özellik bakımından hayvanların fenotipik değerlerinin oluşmasına, yukarıda da söylendiği gibi genotip ve çevrenin etkisi vardır ve bu durum;

$P = G + E$ eşitliği ile ifade edilir. Burada;

$P =$ Fenotipik değeri,

$G =$ Genotipik değeri ve

$E =$ Çevre faktörlerinin etkisini ya da çevreden kaynaklanan sapmayı ifade eder.

Herhangi bir verim bakımından fenotipik değeri yükseltmek bu iki ögenin etkileri toplamını artırmakla eş anlamlıdır. Bu öğelerden genotipin iyileştirilmesi oldukça zor ve uzun süreli çalışmaları gerektirir. Fakat çevre faktörlerini iyileştirme çabalarına göre daha az masraflı ve sonuçları da kalıcıdır. Buna karşılık çevre faktörlerinin iyileştirilmesi kolaydır ve sonuçları çok kısa sürede görülebilir. Yalnız bu iki ögenin etkileri bir ölçüde birbirleriyle de ilişkilidir. Yani, genotipi iyileştirme çabalarının başarısı, çevre şartlarının o düzeyde verime uygun olmasına bağlıdır. Bunun tersi de doğrudur. Çevreyi iyileştirmekle verim ancak genotipin izin vereceği düzeye kadar yükseltilebilir. Örneğin çevre koşulları ne kadar iyileştirilirse iyileştirilsin Akkaraman ırkından Merinos yapağına eşdeğer kalite özelliklerine sahip yapağı veya Yerli Kara inekten Siyah Alaca inek kadar süt alınamaz. Ama çevre şartları kötüleştiğinde de Siyah Alaca'ların vereceği süt miktarı oldukça azalır. İşte bu nedenlerle hayvancılıkta bir yandan genotip iyileştirilmeye çalışılırken diğer yandan da iyileşen genotipe uygun çevrenin sağlanması önerilir.

Aynı çevre koşullarında yetiştirilen bir sürüde, yüksek verimli hayvanların varlığı söz konusu ise, çevre faktörlerinde herhangi bir iyileştirme yapılmadığı durumda bile genotipik seviyeyi yükselterek fenotipik ortalamanın artırılacağı düşünülebilir. Ne var ki çevreyi iyileştirme çabaları göz ardı edilerek ulaşılabilecek verim düzeyinin pek yüksek olmayacağı da unutulmamalıdır.

Hayvansal ürünlere giderek artan talebi karşılamada insanlık çok fazla seçeneğe sahip değildir. Ayrıca sahip olunan seçeneklerin hayata geçirilmelerinde kolaylık veya güçlük bakımından bir takım farklılıklar vardır. Artan gereksinimleri karşılamada çevreyi iyileştirme

çalışmaları büyük yer tutmakla birlikte, iyileştirilen çevreye uygun genotipler elde etme yönündeki çabaları sürdürmek zorunludur. Hem çevre hem de genotipi iyileştirmek suretiyle ulaşılan verim seviyesinin de hiç bir zaman yeterli görülmeyeceği, bu iki unsura sürekli olarak bazı müdahaleler yapılarak hayvan başına verim yanında, hayvansal üretimin de artırılmaya çalışılacağı unutulmamalıdır. İşte bu çabaların genotiple ilgili bölümü hayvan ıslahı bilim dalının konusudur ve çözümler bu disiplin içinde aranmaktadır.

Genotip ve Çevre'nin Uyumunu

Bazı işletmeler edindikleri yüksek genotipik değerli hayvanların ihtiyaçlarını karşılayacak olanaklara sahip değillerdir. Bu nitelikteki işletmelerin kendi koşullarında kar sağlayacak hayvanlar yerine, mevcut koşullarda hayatta kalmaları bile kuşkulu olan yüksek genotipik değerli ırklar talep etmeleri veya böyle ırklarla çalışmak zorunda bırakılmaları önemli bir sorundur. Bu durumun Türkiye'deki en yaygın örneği, süt fiyatının oldukça düşük olduğu bölgelerin ahır ve besleme koşulları yetersiz veya kötü işletmelerine yüksek verimli süt sığırı önermektir. Mevcut sistem irdelenmeden, kısa ve orta vadedeki değişiklikler kestirilmeden yapılan bu öneriler genellikle işletmelerin zarar etmelerine yol açar. Çok az örnekleri de olsa, bunun aksi durumlar da söz konusudur. Yani mevcut ya da kısa sürede ulaşabilecekleri koşullar daha yüksek verimli hayvanlarla daha karlı üretime olanak sağlayacağı halde, düşük verimli genotiplerle çalışan işletmelere de rastlamak olasıdır. Bunlarda da karlılığın beklenenden daha düşük olması söz konusu olabilmektedir.

Bir ülkede veya bölgede yetiştirilmekte olan hayvanların verim kapasiteleri, işletmelerin karşılayabileceği verim düzeylerinin üstünde ise genetik kapasitenin israfı söz konusudur. Bu durumda, imkan var ise, işletmelerin sahip oldukları koşullar iyileştirilerek üretim artırılabilir. Yetiştirilen hayvanların verim kapasiteleri, var olan veya ulaşılabilecek koşullarla sağlanabilecek verim düzeyinin altında ise çevre koşullarının yeterince değerlendirilememesine bağlı bir kayıp ortaya çıkar. Koyun başına yılda 2-3 kuzu alabilecek şekilde harcama yapan bir işletmenin yıllık kuzu verimi 1,1 olan bir ırkla çalışması bu duruma uygun bir örnektir. Bu durumdaki işletmeler eninde sonunda zarar eder. Bu niteliklere sahip işletmelerde zararın önüne geçmek için yüksek verim kapasitesine sahip hayvanlarla çalışmak gerekir. Bu da iki şekilde sağlanabilir. Bunlardan birincisi mevcut hayvanları satarak, belirlenen verim düzeyine sahip hayvanlar satın almak, ikincisi mevcut sürünün ıslahıdır. İlk bakışta basit ve kolay görünen ilk yol, yani mevcut hayvanları satarak yeni genotipler satın almak, aslında oldukça zor ve risklidir. Çünkü;

a) Özellikle fakir ülkeler ve bu ülkelerin çiftçileri yüksek verim kapasiteli hayvanları satın alacak parasal güçte değildir.

b) Bu niteliklere sahip hayvanlardan yeteri kadar bulmak pek kolay değildir.

c) Yüksek verim kapasitesine sahip yeteri kadar hayvan bulunabilse ve satın alma olanağı olsa bile, bu hayvanların yetiştikleri koşullarda ulaştıkları verim düzeylerini, yeni çevrelerinde koruyabilecekleri garanti edilemez.

d) Mevcut genotiplerle üretim yapan işletme sahiplerinin yeni genotiplere uygun bakım ve yönetim becerisi kazanmaları zaman alır.

Belirlenen verim seviyesinde hayvanlar edinmenin ikinci yolu, yani mevcut sürünün ıslahı, herhangi bir risk taşımaz. Fakat etkisinin ortaya çıkması için zamana ihtiyaç vardır ve başarısı büyük ölçüde uygulamayı yürüten işletme veya örgütün bilgi ve becerilerine bağlıdır.

FENOTİPİK VARYASYON ve ÖĞELERİ

Aynı türden, aynı ırktan olan ve aynı sürüde yetiştirilen hayvanlar bile pek çok özellik bakımından birbirlerinden oldukça farklıdır. Dikkatle incelendiğinde çevremizde yaşayan tüm canlı gruplarında birbirinin tam benzeri iki bireye rastlamak neredeyse mümkün değildir. Örneğin aynı genetik yapıya sahip olan tek yumurta ikizleri bile birbirlerine tam olarak benzemezler. Vejetatif çoğalan veya çoğaltılan bir canlı grubunu oluşturan bireyler arasında da farklılıklar vardır.

Hayvan ıslahının amacı, daha önce değinildiği gibi, üzerinde durulan özellikler bakımından hayvanların genotipik değerini istenilen yönde değiştirmektir. Bu değişikliği meydana getirirken kullanılan ölçüt de fenotiptir. Bir canlı grubunda (sürüde) herhangi bir özellik bakımından bir farklılık yoksa, sürü içinde kalınarak o özellik bakımından ortalamayı daha üst seviyelere çıkarmak mümkün olmaz. Bu nedenle hayvan ıslahı çalışmalarında öncelikle söz konusu sürüde veya popülasyonda üzerinde durulan özelliğe ait fenotipik varyasyonu saptamak gerekir. Ardından sıra fenotipik varyasyonun özelliklerini ve unsurlarını incelemeye gelir. *Üzerinde durulan özellik bakımından bir popülasyondaki veya sürüdeki bireylerin fenotipik değerleri arasındaki farklılığı ifade etmekte kullanılan fenotipik varyasyonun ölçüsü fenotipik varyanstır.*

Herhangi bir sürüde, çeşitli özelliklere ait farklılıklar benzer nitelikte olmayabilir. Örneğin bir süt sığıru sürüsünde süt verimi bakımından bütün hayvanlar birbirlerinden farklı değerler gösterdikleri halde, bunları renk bakımından düz veya alaca şeklinde, boynuz bakımından da boynuzlu ve boynuzsuz olmak üzere iki gruba ayırmak mümkündür. Aynı şekilde bir koyun sürüsünde yapağı ağırlığı bakımından birbirinin aynı fenotipe sahip iki hayvan bile bulunamayabilirken, doğurdıkları kuzu sayısı bakımından koyunlar tek doğuranlar, ikiz doğuranlar, üçüz ve daha fazla doğuranlar diye gruplanabilir. Üzerinde durulan özellikler, fenotipik değer bakımından bu nitelikleri göz önüne alınarak,

a. *Kantitatif (nicel) özellikler*

b. *Kalitatif (nitel) özellikler* olmak üzere iki genel grup altında toplanırlar.

Yukarıdaki örneklerden de anlaşılacağı gibi *bu iki özellik grubunu birbirinden ayıran en önemli unsur, ilkinde söz konusu özellik için tespit edilen fenotiplerin kesin sınırlarla birbirlerinden ayrılamaması, yani, varyasyonun sürekli olması, ikincisinde ise fenotipik değer bakımından birbirlerinden kesin olarak ayrılabilen grupların bulunmasıdır.* Gerçekten de bir Ankara keçisi sürüsünde tiftik ağırlığı 2,8 kg olan bir hayvanla 2,9 kg olan bir hayvan arasında var gibi görülen farklılık bizim ölçme yöntemimizden kaynaklanmış olabilir. Eğer ölçüm daha hassas yapılırsa, belki hayvanlardan birinin tiftik verimi 2,849 kg, diğeriinki de, 2,850 kg olarak tartılacaktır. Kısaca bir sürüdeki bireyler o sürüde ölçülen en yüksek ve en düşük değerler arasında herhangi bir değere sahip olabilirler. Bir başka deyişle bu tip özellikler bakımından hayvanlar birbirinden kesin sınırlarla ayrılan gruplar oluşturmazlar. Hayvancılıkta ekonomik önemi olan özelliklerin çok büyük bir bölümü bu nitelikte, yani *kantitatif özellikler* grubundadır.

Daha önce değinildiği gibi, bir sığıru sürüsündeki hayvanlar boynuzluluk bakımından, boynuzlu ve boynuzsuz olarak iki gruba ayrılabilir. Kolayca anlaşılacağı gibi bu iki hal arasında başka bir hal söz konusu değildir. Yani bu özellik bakımından sürüde görülen fenotipler birbirlerinden kesin sınırlarla ayrılan gruplar oluşturmaktadır. İşte bu nitelikteki özelliklere *kalitatif özellikler* denir.

Kantitatif ve kalitatif özelliklere ait varyasyonun şeklini fenotipik değere etkili olan iki temel unsurla, yani çevre ve genotip bakımından farklılıklarla, açıklamak mümkündür. *Kalitatif özellikler, etkileri çevreye göre değişmeyen veya çok az değişen az sayıda gen tarafından determine edilirler.* Bundan dolayı da kalitatif bir özellik bakımından sürüde veya popülasyonda görülen farklı fenotip sayısı genotip sayısı ile sınırlıdır. Örneğin sığırlarda bir gen çifti tarafından determine edilen boynuzluluk bakımından üç farklı genetik yapı söz konusudur: PP, Pp ve pp. Fakat boynuzsuzluk geni dominant olduğundan bir sığıru sürüsünde en fazla biri boynuzlu (pp) diğeri de boynuzsuz (PP veya Pp) olmak üzere iki fenotip saptanabilir.

Kantitatif özelliklerde çok sayıda genetik yapı söz konusudur ve bunları oluşturan genlerin zaten küçük olan etkileri çevre faktörlerine bağlı olarak değişebilir. Bu durumun bir sonucu olarak birbiriyle aynı fenotipik değere sahip olduğunu düşündüğümüz hayvanlar farklı genotiplerde olabilecekleri gibi, birbiriyle farklı fenotipik değer gösteren hayvanların da aynı genotipte olmaları söz konusu olabilir. Birinci durumda farklı genotiplere sahip bireylerin benzer fenotipik değerler göstermelerinin, ikinci durumda da aynı genotipteki canlıların farklı

fenotipik değerler göstermesinin sebebi çevredir. Ne var ki herhangi bir özelliği etkileyen gen sayısı arttıkça genotip sayısı, dolayısıyla da populasyonda genotipik çeşitlilik artacaktır. Buna bir de çevreden kaynaklanan farklılıkların ekleneceği düşünülünce, hem kantitatif özelliklerde var olan çeşitliliğin niteliği ve büyüklüğünü hem de varyansın sürekliliğini anlamak daha da kolaylaşır.

Fenotipik Varyasyonun Unsurları

Bir işletmede tüm olanaklar kullanılarak hayvanlar için tamamen eşit çevre koşullarının yaratıldığı varsayıldığında da hayvanlar ve hayvan grupları arasında bir farklılık söz konusu olacaktır. İşte bu koşullarda bile ortaya çıkan farklılığın kaynağı hayvanların farklı genotiplere sahip olmalarıdır. O halde herhangi bir canlı populasyonunda herhangi bir özellikte görülen farklılığı (VP), iki temel unsurdan (çevre ve genotip) kaynaklanan farklılıkların toplamı (VG + VE) olarak ele almak gerekir. Bunlardan VE çevre faktörlerinin farklılığından, VG bireylerin farklı genotiplerde olmalarından ileri gelen varyansı ifade eder. Bir başka ifadeyle genetik varyans hayvanların genotipik değerleri arasındaki farklılık için bir ölçüdür. Çevre varyansı ise hayvanları etkileyen çevre faktörlerinin yarattığı sapmaların farklılığından ileri gelen varyanstır.

Fenotipik Varyasyonda Genotipik Varyasyonun Payı (Kalıtım Derecesi: h²)

Bireyler döllerine, sahip oldukları genlerin rastgele yarısını aktarırlar. Eğer damızlığa ayrılan bireylerin üstünlüğü, sahip oldukları genlerden kaynaklanan bir üstünlük ise; bunların döllerinin, yüksek verimli olmayanların döllerine göre daha yüksek verimli olması beklenir. Aksine, seçilenlerin üstünlüklerinin tek kaynağı sahip oldukları genler değil de çevre faktörlerinden olumlu yönde etkilenmeleri ise, yüksek ve düşük verimli grupların döllerinin ortalamaları arasında bir farklılık olmaz. O halde üstün verimli oldukları için damızlığa ayrılan, yani ebeveyn olarak seçilen bireylerin bu üstünlüklerinin döllerine hangi oranda yansıyabileceğini hesaplamak için, bir sürüde saptanan fenotipik farklılıkta veya damızlığa ayrılanların üstünlüğünde genotipik değer farklılığından kaynaklanan kısmın payını bilmek gerekir. İşte bu amaçla kullanılan ölçü kalıtım derecesidir. *Kalıtım derecesi "bireyler arasında görülen fenotipik farklılıkta, bunların genotipik değerleri arasındaki farklılığın payı" olarak tanımlanır ve h² sembolüyle gösterilir.*

Bundan önceki bölümde belirtildiği gibi fenotipik değerin oluşmasında hem genotipin hem de çevrenin etkisi vardır. Bu nedenle fenotipik farklılığa da bu unsurların katkısının olması kaçınılmazdır. Öyleyse bir sürüde görülen fenotipik farklılığı genotip ve çevreden kaynaklanan farklılıkların toplamı olarak düşünmek gerekir. Bu durum, daha önce verilen P=G + E eşitliğine paralel olarak yazılabilecek

$$VP = VG + VE$$

eşitliğinde ifadesini bulur. Burada;

$VP = \delta_p^2 =$ Bir özellik bakımından bir sürü ya da populasyondaki bireylerin fenotipik değerleri arasındaki farklılığı ifade eder ve fenotipik varyans olarak adlandırılır.

$VG = \delta_G^2 =$ Bireylerin farklı genetik yapıda olmalarından kaynaklanan farklılığı, yani bireylerin damızlık değerleri arasındaki farklılığı ifade eder ve genetik varyans olarak isimlendirilir.

$VE = \delta_E^2 =$ Populasyonu veya sürüyü oluşturan bireylerin farklı koşulların etkisinde kalmaları ya da çevre faktörlerinden aynı derecede etkilenmemeleri veya çevre koşullarından kaynaklanan sapmaların her birey için aynı olmamasından ileri gelen farklılığı ifade eder ve çevre varyansı olarak adlandırılır.

Yukarıdaki eşitlikten de anlaşılacağı gibi fenotipik varyans genetik ve çevre varyanslarının toplamıdır. Bu toplamda genetik varyansın payını hesaplamak için, genetik varyansı fenotipik varyansa bölmek gerekir. İşte bu bölümle elde edilen değer (VG/VP) kalıtım derecesidir (h²). Fenotipik varyansta çevre varyansının payı da, h²= VG/VP eşitliğine paralel olarak, e² = VE /

VP olarak yazılabilir. Bu da toplam varyansta çevrenin farklılığından ileri gelen varyansın payı, yani çevrenin etki payıdır. Bu iki değer, yani h^2 ve e^2 'nin toplamı 1'dir. Gerçekten de $VP = VG + VE$ eşitliğinin her iki yanı VP'ye bölündüğünde bu değerler kolayca elde edilebilir.

Eğer, $h^2 = 1$ ise fenotip tamamıyla genotip tarafından belirleniyor, determine ediliyor, yani bireyler arasındaki fenotipik farklılığın tek nedeni genotiplerinin farklı olmasıdır, denir. Aksine $h^2 = 0$ ise, $e^2=1$ 'dir ve bireyler arasında görülen fenotipik farklılığın nedeni sadece çevredir, farklılık çevrenin bireylere farklı etki yapmış olmasından ileri gelmiştir, popülasyonu oluşturan tüm bireyler aynı genotiptedir denebilir.

Kantitatif özellikler söz konusu olduğunda h^2 , dolayısıyla da e^2 'nin alacağı değerler bu iki uç nokta arasında olacaktır. Bunların (h^2 ve e^2) sıfır veya bire eşit ya da yakın olduğu haller oldukça nadirdir.

Kalıtım derecesinin büyüklüğü hem genetik varyansa hem de çevre varyansına bağlı olduğu için bunları etkileyen her öge doğrudan kalıtım derecesini de etkiler. Bir sürüde uygulanan yetiştirme sistemlerine bağlı olarak genetik varyans değişebilir. Örneğin dışarıdan damızlık almayan veya akrabalı yetiştirme uygulayan bir sürüde zamanla genetik varyans azalır. Dolayısıyla kalıtım derecesi küçülür. Bir sürüye sağlanan çevrenin ve bundan ileri gelen varyansın değişmesi de söz konusudur. Eğer çevre faktörleri çeşitlenir ve bunların yarattığı farklılık (VE) artarsa, bunun katkısıyla fenotipik varyans (VP) da büyüyeceği için kalıtım derecesi düşer. Aksinde çevre koşulları zamanla bütün bireyler için bir örnek hale gelirse genetik varyans değişmese bile, çevre varyansı azalacağından kalıtım derecesi büyür. Bu bilgilere dayanılarak kalıtım derecesinin aynı sürüde zamanla değişeceği kolaylıkla söylenebilir.

Kalıtım derecesi herhangi bir özellik için söz konusudur. Dolayısıyla değişik özelliklerin farklı kalıtım derecelerine sahip oldukları bilinmelidir. Aslında her özelliğin farklı genlerin denetimi altında olduğu düşünülür ise, ki böyledir, her özellik bakımından genetik varyansın değerinin değişebileceği kolaylıkla kabul edilir. Ayrıca çevrenin etkisi, çevrenin yarattığı sapma da her özellikte aynı değildir. Bunların bir sürüde çeşitli özellikler için değişik kalıtım derecesi tahminlerine neden olacağı açıktır. Örneğin sığırlarda, süt veriminin kalıtım derecesi 0.20-0.30, sütte yağ oranının kalıtım derecesi de 0.50-0.60 civarında tahmin edilmektedir.

Kalıtım derecesinin bilinmesi o sürünün ıslahı için seçilecek seleksiyon yönteminin belirlenmesi açısından önemlidir. Herhangi bir özelliğin kalıtım derecesi düşük ise, yüksek verimli oldukları için seçilen bireylerin bu üstünlüklerinde genotipin payının düşük olacağı, dolayısıyla bu üstünlüğün çok az bir bölümünün döllerinin ortalamasına yansıtacağı anlaşılır. Bu durumda seleksiyon için daha uygun ölçütler aranmalıdır. Bir başka deyişle seleksiyonun isabeti artırılmaya çalışılmalıdır. Seleksiyonda *isabet derecesi; fenotipik değer bakımından üstün olanların genotipik değer, yani damızlık değeri bakımından da üstün olma olasılığıdır*. Her hangi bir özellik bakımından, bireylerin fenotipik değerleri esas alınarak bir seleksiyon yapıldığında, isabet derecesi o özelliğin kalıtım derecesinin kareköküne eşittir. Seleksiyonun başarısı artırılmak istendiğinde bunun yollarından birinin isabet derecesini, dolayısıyla kalıtım derecesini artırmaktır.

SELEKSİYON (Damızlık Seçimi) ve GENETİK İLERLEME

Bir işletmenin sahip olduğu hayvanların verimleri arasında, önceki bölümde anlatılan faktörlerin neden olduğu farklılıklar vardır. Örneğin süttan kesim ağırlığı bakımından ortalaması 17 kg olan bir koyun sürüsünde 13 kg, 15 kg, 18 kg ve hatta 25 kg canlı ağırlıkta hayvanlar bulunabilir.

Sürüsünü oluşturan bireyler arasındaki bu farklılıktan yararlanarak sürünün ortalama verimini yükseltmek isteyen bir üreticinin izleyeceği yol, yüksek verimlileri damızlığa ayırıp, gelecek generasyonların bunların döllerinden oluşmasını sağlamaktır. Bu uygulamanın temelinde;

- Yüksek verimlilerin üstünlüklerinin hiç olmazsa bir bölümünün genotiplerinden yani, sahip oldukları genler tarafından sağlandığı,

- Bunlar damızlığa ayrıldıklarında sahip oldukları genlerden yüksek verime neden olanların döllerine aktarılacağı,
- Ebeveynlerinden yüksek verimi sağlayan genleri alan döllerin de yüksek verimli olacakları,
- Sürüye yeni katılanların, yani yüksek verimlilerin döllerinin, yüksek verimli olmasıyla da sürünün ortalamasının artırılacağı, düşünce ve varsayımları yer alır.

İşte bu düşünce ve varsayımlar ile *herhangi bir verim veya işletmeye yararlılık bakımından üstün olan bireylerin gelecek generasyonu (kuşağı) oluşturacak ebeveynler olarak seçilmelerine seleksiyon denir.* Daha kısa bir ifade ile *seleksiyon, gelecek generasyonun ebeveynlerini belirleme işidir.*

Seleksiyonun Uygulanması ve Zorlukları

Gelecek kuşağın ebeveynlerini isabetle belirlemenin bir takım aşamaları ve her aşamada karşılaşılabilen zorlukları vardır. Bu aşamaların ilki hayvanların tanınmasını sağlamaktır. Ardından da hayvanların verimlerinin saptanması gelir. Bu nedenle hayvancılık pratiğinde hem tanıma hem de çeşitli verimleri saptamaya yönelik bilgi toplama ve bu bilgileri seleksiyonda kullanılacak hale getirme çabaları önemli bir yer tutar.

Verimleri saptanacak hayvanları her zaman, kolaylıkla ve hatasız tanıyabilmek için öncelikle bunları türe özgü numaralama yöntemleri ile numaralamak gerekir. Örneğin sığırdaki bu amaçla metal veya plastik kulak numaraları, kulak içine uygulanan ve bir çeşit dövme niteliği taşıyan tetovir ile soğuk dağlama gibi yöntemlerden yararlanılmaktadır. Son yıllarda tanıma amacıyla hayvanlara elektronik çip takılması yaygınlaşmaktadır.

Çeşitli uygulamalar ile her zaman tanınabilir hale gelen hayvanlara ait bilgilerin toplanması oldukça önemli bir iştir. Bir bölümü sürü yönetiminde de kullanılan bu bilgilerin elde edilmeleri için harcanan zaman ve para verimlere bağlı olarak değişir. Örneğin bir koyunun bir laktasyon döneminde verdiği süt miktarını saptamak için sağılan sütün her gün olmasa bile belirli aralıklarla ölçülmesi ve bunlardan toplam verimin tahmin edilmesi gerekir. Buna karşılık sütte yağ veya protein oranı saptanmak istenir ise laboratuvar çalışmasına gereksinim doğar. Aynı şekilde Ankara keçilerinin ilk kırkım tiftik verimlerini saptamak oldukça kolaydır. Her hayvandan kırkılarak alınan gömlek tartılır ve o hayvana ait kart veya dosyaya kaydedilir. Buna karşılık tiftiğin incelik, uzunluk, dayanıklılık vb. kalite özelliklerini saptamak için daha pahalı ve uzun sürecek çalışmalar gerekir.

Bazı koşullarda bazı verimlere ait fenotipik değerleri yukarıda örneklenen objektif yöntemlerle saptamak zor veya pahalıdır. Ama bu özellikler bakımından da seleksiyon yapmak gerekebilir. Bir başka deyişle hiç kayıt tutulamamış veya ölçüm yapılamamış sürüde de seleksiyon uygulanabilir. Ne var ki bu uygulama verim kayıtlarına dayalı seleksiyon kadar başarılı değildir. Çünkü hayvanları sübjektif olarak değerlendirme söz konusudur ve bu şekilde belirlenen değerle, gerçek değer arasındaki ilişki, özelliklere göre değişmekle birlikte, düşüktür.

Daha ziyade elle ve gözle yapılan sübjektif değerlendirmede, değerlendirmeyi yapan kişilerin bu konudaki becerileri önem kazanır ve bu bakımdan kişiler arasında farklılıklar vardır. Bu iki sakıncayı (ilişkinin düşüklüğü ve değerlendirenler arası farklılığı) bir miktar da olsa azaltmak uygulamanın başarısını artırır. Hayvancılıkta uygulanan puantaj yöntemi böyle bir düşünceye hizmet eder. Bu yöntemin esası üzerinde durulan özellik veya özellikler bakımından hayvanın değerinin birden fazla kişi tarafından rakamla ifade edilmesidir. Hakem veya eksper (uzman) adı verilen bu kişiler, üzerinde dikkate alınacak özellikler ve bunların kusursuz haline verilecek puanların yer aldığı bir kartı her hayvan için doldururlar. Böylece hayvanların çeşitli özelliklerine, kusursuzdan uzaklaşma derecesine bağlı olarak puanlar verilmiş olur. Her bir özellik için ayrı ayrı verilmiş olan puanların toplamı veya özelliklere verilen göreceli önemi ifade eden değerlerle tartılmış ortalaması o hayvana bir hakemin takdir ettiği değeri ifade eder.

Kişilerin kusursuzluk anlayışları ve bundan uzaklaşmayı algılayışları ile değerlendirme anındaki performansları doğal olarak aynı hayvana farklı puanlar vermelerine yol açar. Bu nedenlerden ileri gelebilecek hatayı en aza indirmek için hakemlerin belirledikleri puanların ortalaması damızlık seçiminde o hayvanın puanı olarak kabul edilir ve seleksiyonda ölçüt olarak bu puan kullanılır. Bütün bunlara rağmen objektif yollardan elde edilmiş verilere dayalı olarak yürütülen seleksiyonun, yukarıda belirtildiği şekilde de yapılmış olsa, sübjektif değerlere dayalı seleksiyondan daha verimli olduğu bilinmelidir. Buna karşılık dış görünüşü veya vücut yapısını iyileştirmeyi amaçlayan seleksiyon çalışmalarında puantaj oldukça etkili bir yoldur.

İster objektif ister sübjektif yolla olsun bazı özellikleri her iki cinsiyette birden belirlemek mümkün değildir. Örneğin bir koçun bir batında doğurduğu kuzu sayısı, bir horozun yumurta verimi, bir boğanın süt verimi yoktur. Fakat erkek hayvanların bu özellikler bakımından da seçilmeleri gerekir. Böyle durumlarda o özelliği göstermeyen cinsiyetlerin seçimi için başka bilgi kaynakları kullanılmaktadır. Örneğin bir horozun yumurta verimi bakımından damızlık değeri dişi döller veya kız kardeşlerinin verimlerinden tahmin edilmeye çalışılır. Bu şekilde yürütülen seleksiyona *döllere veya kardeşlere göre seleksiyon* denir. Bunun yanında dişilerde görülen verimle ilişkisi olan ve erkeklerde de ölçülebilen bazı özellikler söz konusu olduğunda, erkeklerin seçimi bu verim özelliği yerine, bununla ilişkili özelliğe göre yapılabilir. Bu nitelikli bir uygulamalar da "*dolaylı seleksiyon*" olarak adlandırılır.

Seleksiyonun Etkileri

Seleksiyon, daha önce de belirtildiği gibi, gelecek generasyonun ebeveynlerini belirleme işidir. Amacı sürünün üzerinde durulan özellik bakımından genotipik ortalamasını yükseltmektir. Bunun gerçekleşmesi, söz konusu özelliği etkileyen genlerden, büyük etkili olanların nispi miktarlarının (frekanslarının) allellere göre artırılmasına bağlıdır. O halde *seleksiyonun temel etkisi büyük etkili genlerin frekanslarını artırarak ortalamayı yükseltmektir denebilir*. Seleksiyonun gen frekansını nasıl değiştirdiği, iki allel taşıyan bir lokus esas alınarak aşağıda anlatılacaktır.

Bir populasyonda A lokusunda yer alan büyük etkili gen A, alleli olan küçük etkili gen de a ise bunların frekanslarını sırasıyla p ve q olarak ifade edebiliriz. A geninin frekansı **p**; a geninin frekansı da **q** ise üçüncü bir allel söz konusu olmadığında $p + q = 1$ ifadesi geçerlidir. Böyle bir durumda populasyonda AA genotipli bireylerin frekansının $p^2=(p.p)$, Aa genotiplilerin frekansının $2pq=(p.q+q.p)$ ve aa genotiplilerin nispi miktarının da $q^2=(q.q)$ kadar olduğu hesaplanabilir. Gerçekten de populasyon dengede ve her yumurtanın her sperma ile karşılaşma şansı eşit ise populasyonda A lokusunda kaç çeşit genotip olacağı ve bunların frekansı çiftleştirme düzeninin verildiği Şekil 1'den kolayca incelenebilir.

		Dişi gamet genotipi ve frekansları	
		A (p)	a (q)
Erkek gamet genotipi ve frekansları	A (p)	AA ($p \cdot p = p^2$)	Aa ($p \cdot q = pq$)
	a (q)	aA ($q \cdot p = qp$)	aa ($q \cdot q = q^2$)

Genetik Yapılar ve Frekansları	AA	Aa	aa
		p^2	$2pq$

Şekil.1. İki alleli olan bir lokus bakımından olası gamet frekansları ile oluşacak genetik yapılar ve bunların frekansları

Yukarıdaki gibi bir populasyonda bazı genotiplere döl verme şansı tanınırken diğerlerinin bu şansının ortadan kaldırılması seleksiyon anlamına gelir. Örneğin, üzerinde durduğumuz verimi olumlu yönde etkileyen A genine sahip olan AA ve Aa genotiplilerin tamamına döl verilirken aa genotiplilere hiç döl verilmiyorsa A geni lehine bir seleksiyon söz konusudur. Böyle bir durumda A geninin frekansında bir artış olur. Artış miktarı da $\Delta p = q^2/(1+q)$ eşitliğinden hesaplanabilir. Kısaca, başlangıçta A geninin p olan frekansı ilk generasyonda sadece AA ve Aa genotiplilere döl verdirilerek; $p + \Delta p = p + q^2/(1+q) = 1/(1+q)$ değerine ulaşmış olur. Örneğin; 360 başı AA, 480 başı Aa, 160 başı da aa genotipinde olan 1000 başlık bir sürüde aa genotiplilerin nispi miktarı $q^2 = 160/1000 = 0.16$, a geninin frekansı olan q ise $q = \sqrt{q^2} = \sqrt{0.16} = 0.4$ olarak hesaplanabilir.

Yukarıdaki populasyonda aa genotiplilere hiç döl verdirilmediğinde elde edilecek döl generasyonunda a geninin frekansı azalacak A geninin frekansı da artacaktır. A geninin frekansındaki artış $\Delta p = q^2/(1+q) = 0.16/(1+0.4) = 0.114$ olarak gerçekleşir. A geninin seleksiyondan sonraki frekansı da $p_1 = 0.6 + 0.114 = 0.714$ 'e yükselir. Bu durumda a geninin yeni frekansı da 0.286'ya ($0.4 - 0.114 = 0.286$) inecektir. Oldukça basit ve kısa bir şekilde açıklanmaya çalışılan işleyiş, üzerinde durulan kantitatif özelliği etkileyen çok sayıda lokusun taşıdığı genlerin her biri için gerçekleşecek ve onların etkisiyle oluşan ortalama da istenilen yönde değişecektir.

Genetik İlerleme

Seleksiyonla bir generasyonda sağlanacak genetik ilerleme (ΔG) miktarı; $\Delta G = i \times h^2$ eşitliği ile hesaplanabilir. Bu eşitlikte;

ΔG : Bir generasyonda sağlanacak genetik ilerleme,

i : Seleksiyon üstünlüğü,

h^2 : Kalıtım derecesidir.

Yukarıdaki eşitlikten de anlaşılacağı gibi bir generasyonda sağlanacak genetik ilerleme, seleksiyon üstünlüğü ve kalıtım derecesi ne kadar büyükse o kadar fazla olacaktır.

Seleksiyon üstünlüğü damızlığa ayrılanların ortalamasının populasyon ortalamasından farkı olarak hesaplanır. Seleksiyonun uygulanacağı sürünün ortalaması P_o , damızlığa ayrılanların ortalaması da P_s olarak ifade edilirse seleksiyon üstünlüğü $i = (P_s - P_o)$ olarak yazılabilir. Bu durumda seçilenlerin dölllerinin yani gelecek generasyonun beklenen ortalaması da;

$$P_1 = P_o + \Delta G \text{ veya } P_1 = P_o + i \times h^2 \text{ olacaktır (Şekil.2)}$$

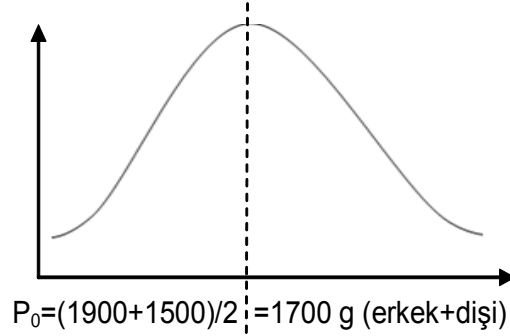
Bir populasyon söz konusu olduğunda o populasyonun fenotipik ortalaması genotipik değerine eşit kabul edilir. Yani populasyon için $P = G$ 'dir. Aslında bir populasyonda tesadüfi çevre faktörlerinin etkileri toplamı sıfır kabul edildiğinde, bu değerlendirme yadırganmaz. Seleksiyonla sağlanan genetik ilerleme ΔG , seleksiyona tabii olan sürünün genotipik değeri G_o olduğunda, döl grubunun genotipik değeri $G_1 = G_o + \Delta G$ olarak yazılabilir.

Yukarıda anlatılanların ve seleksiyonun işleyişinin daha kolay anlaşılmasına yardımcı olmak için aşağıda bir şekil verilmiş ve buna dayalı olarak yapılan hesaplamalar gösterilmiştir. Şekil ve açıklamalarda örnek olarak kullanılan Ankara keçisi sürüsünün erkek ve dişi oğlakların ortalama ilk kırkım tiftik ağırlıkları sırasıyla 1900 ve 1500 gram, bu sürüden damızlığa ayrılan erkeklerin ortalama ilk kırkım tiftik ağırlıkları 2500 g, dişilerinki ise 1800 g kabul edilmiştir. Kalıtım derecesinin 0.30 olduğu varsayılarak genetik ilerleme ve seçilenlerin dölllerinin ortalamasının nasıl hesaplanacağı aşağıda gösterilmiştir.

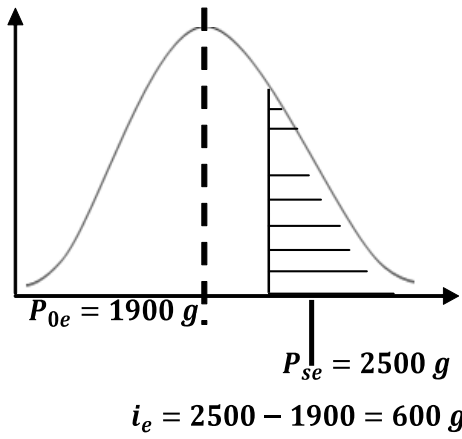
ÖZELLİK: İLK KIRKIM TİFTİK AĞIRLIĞI

Kalıtım Derecesi: 0.30

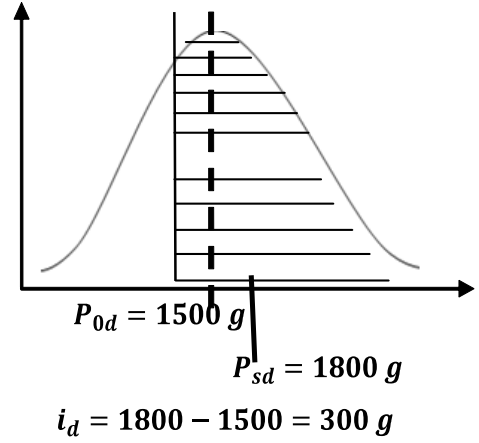
DAMIZLIK SEÇİLECEK GRUP



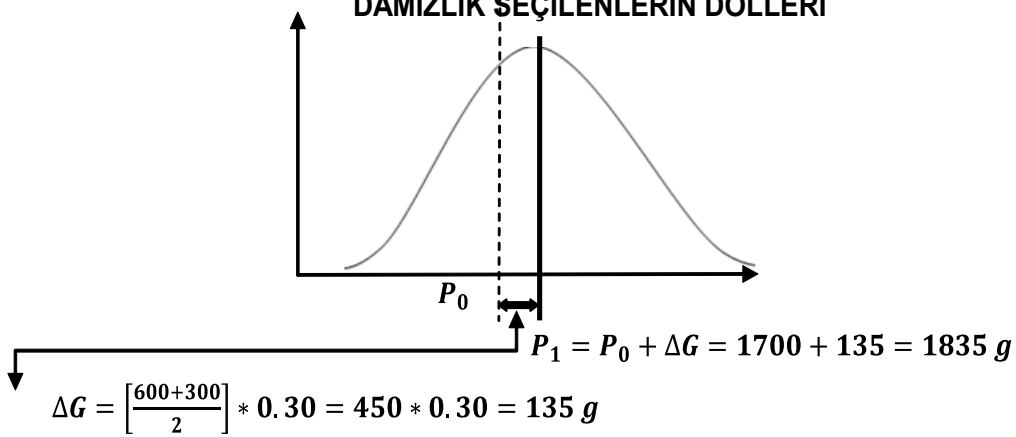
ERKEK DAMIZLIKLAR



DIŞI DAMIZLIKLAR



DAMIZLIK SEÇİLENLERİN DÖLLERİ



Şekil 2. Genetik ilerlemenin hesaplanması

Şekil 2'de yer alan bilgiler aşağıdaki gibi de değerlendirilebilir. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere çevre koşullarının etkisinin değişmediği durumda gelecek generasyonun beklenen ortalaması; $P_1 = P_0 + \Delta G = 1700 + 135 = 1835$ gramdır.

Oğlakların ilk kırkım tiftik ağırlığı, sürü ortalaması (P_0)	$(1900+1500)/2 = 1700$ g
Seçilenlerin ortalaması: (P_s)	$(2500+1800)/2 = 2150$ g
Seleksiyon üstünlüğü: (i)	$[(2500-1900) + (1800-1500)]/2 = 2150 - 1700 = 450$ gramdır.
Kalıtım derecesi, h^2	0,30
Genetik ilerleme, $\Delta G = i \times h^2$	$450 \times 0,30 = 135$ gram
Seçilenlerin döllерinin beklenen ortalaması, (P_1)	$1700 + 135 = 1835$ gram

İşletme sahipleri bir generasyonda sağlanan ilerlemeden çok, bir yılda sağlanan ilerlemeyle ilgilenirler. Bunu hesaplayabilmek için bir generasyonda sağlanan genetik ilerlemeyi generasyonlar arası süreye (y) bölmek gerekir. Bu durumda yıllık genetik ilerleme:

$$\Delta G_y = i \cdot h^2 / y$$

eşitliğinden hesaplanır. Burada sözü edilen *generasyonlar arası süre; damızlığa ayrılan hayvanlar doğduklarında ebeveynlerinin ortalama yaşı olarak tanımlanır*. Çok özel durumların dışında bu değer sürünün ortalama yaşına oldukça yakındır. Bir generasyonda sağlanan genetik ilerlemeyi artırmak için seleksiyon üstünlüğü veya kalıtım derecesi ya da her ikisini birden artırılmalıdır. Kalıtım derecesi ve seleksiyon üstünlüğünün değişmediği durumda yıllık genetik ilerlemeyi artırmak için generasyonlar arası süreyi kısaltmaya çalışmak, bir başka ifade ile, sürünün ortalama yaşını küçültmek gerekir.

Seleksiyon Üstünlüğünün Artırılması

Seleksiyonla sağlanacak genetik ilerlemeyi artırmak için kalıtım derecesi ve/veya seleksiyon üstünlüğünü artırmak gerekir. Seleksiyon üstünlüğünün tanımından ve Şekil.2'den de anlaşılacağı gibi, bir sürüde damızlığa ayrılan hayvanların sayısı ne kadar azaltılırsa, seçilenler üzerinde durulan verim bakımından en yüksek değerliler olacağından, seleksiyon üstünlüğü o kadar artacaktır. Ne var ki sürü mevcudunu, artırmak bir yana, en azından korumak zorunda olan işletmeler her yıl belirli sayıda hayvanı damızlığa ayırmak zorundadırlar. Çünkü yaşlılık, hastalık vb. nedenlerle damızlık hayvanların bir bölümü sürüden zorunlu olarak uzaklaşır veya uzaklaştırılır. Hayvanların bu tip nedenlerle sürüden uzaklaştırılmaları *ayıklama* olarak tanımlanır. O halde sürüye uygulanan bakım ve beslemeyi iyileştirerek ayıklanan hayvanların oranını düşük tutmakla, döl grubundan sürüye katılacak hayvanların sayısı azaltılabilir. Dolayısıyla en yüksek verimlileri seçme imkanı artar. Bir başka deyişle seleksiyon üstünlüğü artar. Ne var ki her yıl sürüye katılanların oranı düştükçe yaşlı hayvanları da sürüde tutmak zorunluluk haline gelir. Bu da generasyonlar arası sürenin uzamasına yol açar. Sonuçta seleksiyon üstünlüğünün artmasına bağlı olarak bir generasyonda sağlanan genetik ilerleme artarken, bunun yıla düşen payı azalır. Bu yüzden bu iki unsur, yani ayıklama hızı veya oranı ile generasyonlar arası süre için bir optimum noktanın bulunması gerekir.

Seleksiyon üstünlüğünü artırmanın bir yolu da, belirli sayıda hayvanı çok sayıda aday içerisinde seçmektir. Bu da döl verimini artırmak ve döllerde yaşama gücünü yükseltmekle sağlanabilir. Döl sayısı fazla olursa, seçilecek belirli sayıda hayvanı daha kalabalık bir grup içinden seçme imkanı doğar. Örneğin, 500 başlık bir koyun sürüsünde her yıl sürüye katılacak dişi hayvan sayısı 125 baş ise; bunları 300 hayvan (döl) içinden seçmek, 200 hayvan içinden seçime göre daha büyük seleksiyon üstünlüğü sağlar. Bu nedenle döl veriminin artırılmasına çalışmak gerekir. Ayrıca döl verimini artırmanın sadece seleksiyon üstünlüğünü değil, sürüden sağlanan geliri de olumlu yönde etkileyeceği gözden kaçırılmamalıdır.

Seleksiyon üstünlüğünün erkek ve dişi damızlıklar için aynı olması beklenmez. Çünkü bir sürüden elde edilen erkek ve dişi döl sayısı hemen hemen birbirinin aynı olmasına karşılık, bunlardan damızlık olarak ayrılacakların sayısı farklıdır. Bu durum, türlere ve gebe bırakma yöntemlerine bağlı olarak, bir erkekle çok sayıda dişinin çiftleştirilebilmesinin doğal sonucudur. Bu nedenle bir sürüye uygulanan seleksiyon üstünlüğü erkek ve dişiler için ayrı hesaplanır. Sonra, döl her iki ebeveynin eşit katkı yaptığı göz önüne alınarak, seleksiyon üstünlüğünü her iki cinsiyette sağlanan üstünlüklerin ortalaması olarak hesaplamak gerekir. Dişilere uygulanan seleksiyon üstünlüğü (i_a), erkeklere uygulanan seleksiyon üstünlüğü de (i_b) ile ifade edilirse sürüde seleksiyon üstünlüğü; $i = (i_a + i_b)/2$ şeklinde yazılabilir.

Yukarıda açıklanan durum dikkate alındığında, sürünün devamı için mümkün olduğunca az erkek ve az dişi kullanmanın seleksiyon üstünlüğünü artıracığı kolaylıkla söylenebilir. Örneğin koyunlarda serbest aşım uygulandığında, yani kızgınlık mevsiminde erkeklerle dişiler bir arada tutulduklarında 25 koyun için bir koç hesaplanmalıdır. Ama kızgınlık gösteren koyunlar belirlenerek bunlar dişilerden ayrı tutulan koçlarla denetim altında çiftleştirildiklerinde (elden aşım) 50-60 koyuna bir koç yeterli olabilir. Bu da sürüden seçilecek koç sayısının yarı yarıya azalması dolayısıyla erkekler tarafından sağlanan seleksiyon üstünlüğünün artması demektir.

Erkekler tarafından sağlanan seleksiyon üstünlüğünü artırma amacına yönelik uğraşların en etkili yapay tohumlamadır. Yapay tohumlamanın uygulamaya konulmasıyla, türlere göre değişmek üzere, seçilenlerin toplam döl grubundaki payını ifade eden **seleksiyon intensitesi**⁷ 5-1000 kat artırılabilmiştir. Örneğin serbest aşım da 40-50 inek için bir boğa bulundurulurken yapay tohumlama uygulandığında 40-50 bin baş ineği tohumlamak için bir boğadan toplanan sperma yeterli olabilmektedir. Bu da örneğin 4 milyon ineğin bulunduğu bir popülasyondan elde edilecek en fazla 2 milyon boğa adayının en yüksek değerli yüz binini ya da yüzünü seçmek demektir.

Hayvancılıkta uygulama alanı bulan embriyo transferi ve embriyo bölme çalışmaları bir takım yararları yanında, dişiler tarafından sağlanan seleksiyon üstünlüğünü artırıcı bir etkiye sahiptirler. Normal koşullarda bir inekten yılda bir yavru alınabilirken bu teknikler sayesinde yavru sayısının 10-15'e çıkarılması mümkündür. Bunun seleksiyon üstünlüğü açısından önemi aynı sayıda buzağı elde etmek için normal koşullarda gerekli olan inek sayısının 10-15'te birinin yeterli olmasıdır. Kısaca bu uygulamalar sayesinde daha yüksek verimli az sayıda inekten toplanacak embriyolardan sürü mevcudunu koruyabilecek sayıda döl elde edilebilir. Bunlara ek olarak klonlama ve cinsiyetin denetimi gibi teknolojileri kullanarak da seleksiyon üstünlüğü artırılabilir.

Seleksiyon üstünlüğünü artırma yönünde etkileri olan bu çabalara karşı, ekonomik koşulların getirdiği bazı sınırlamalar mevcuttur. Günümüzde yetiştiriciler hayvanlarının örneğin yalnızca süt veya yapağı verimlerini değil, bunların yanında döl verimi, et verimi vb. birçok verimlerinin de yüksek olmasını istemektedirler. Bir başka ifade ile birden fazla verim bakımından üstün olanlar tercih edilmektedir. Bu tercih seleksiyon üstünlüğünü olumsuz etkiler. Çünkü bir verim bakımından üstün değerli olan bir birey diğer verim veya verimler bakımından orta, hatta düşük değerli olabilir. Böyle olunca da üreticiler bir verim bakımından en yüksek değerli olanlar yerine onlar için önemli olan verimleri belirli seviyelerde taşıyanları damızlığa ayırırlar. Yani bazı verimler bakımından yüksek değerli hayvanların bir bölümünden, diğer verimleri düşük olduğu için, vazgeçmek durumunda kalırlar. Bu nedenle seleksiyon üstünlüğü artırılmak isteniyorsa seleksiyona konu olacak özellik sayısının mümkün olduğunca az olmasına özen gösterilmelidir. Seleksiyon programında, ekonomik önemi olmayan verimlere yer verilmemelidir.

⁷ **Seleksiyon Intensitesi:** Damızlığa ayrılan bireylerin damızlığa ayrılacaklara oranı.

Kalıtım Derecesinin Yükseltilmesi

Bilindiği gibi kalıtım derecesi, çevre ve genetik varyansın toplamı olan fenotipik varyansta genetik varyansın payıdır ve bu $VG/(VG + VE)$ şeklinde ifade edilir. Bu ifadeden anlaşılacağı gibi, kalıtım derecesini artırmak için çevre varyansını (VE) azaltmak, genetik varyansı (VG) artırmak gerekir. Çevre varyansını azaltmanın yolu hayvanların hepsini aynı çevre koşullarında tutmak ya da farklılığı yaratan çevre faktörlerinin etki miktarlarını hesaplayıp bunları kullanarak gerekli düzeltmeleri (standardizasyon) yapmaktır. İlk seçenek çoğunlukla yeterli olmaz ve standardizasyon zorunlu hale gelir. *Standardizasyon*, gerçekte aynı çevre koşullarında tutulmayan hayvanların, aynı koşullarda bulunduruldukları varsayıldığında verebilecekleri verimleri tahmin etme işlemidir. Bu işlemin sonucunda, hayvanlar arasındaki farklılığın sadece üzerinde durulan çevre faktörlerinden ileri gelen kısmının giderildiği düşünülür. Doğal olarak, etki miktarları hesaplanabileceği halde dikkate alınmayan faktörler ile tesadüfi çevre faktörlerinin farklılık yaratıcı etkileri varlığını korur.

Genetik varyansın artırılması, sürüde genetik çeşitliliğin çoğaltılmasına bağlıdır. Fertlerin, genetik olarak birbirlerine benzeme dereceleri arttıkça genetik varyans küçülür. Bunun aksinde, yani sürüyü oluşturan fertlerin genetik benzerlikleri azaldıkça genetik varyans artar. Bunu sağlayabilmek için zaman zaman sürüye başka kaynaklardan gen aktarmak (**kan tazeleme**⁸, **melezleme**⁹) veya sürü içinde birbirlerinden farklı gruplar oluşturarak bunları çiftleştirmek (hatlar arası melezleme) önerilir.

Generasyonlar Arası Sürenin Kısaltılması

Generasyonlar arası süre, yıllık genetik ilerlemeyi etkiler. Diğer unsurlar aynı kaldığında, generasyonlar arası sürenin kısaltılması yıllık genetik ilerlemeyi artırır. Generasyonlar arası sürenin kısaltılması, tanımından da anlaşılacağı gibi, genç ebeveynlerin döllerinin damızlığa ayrılmasıyla sağlanabilir. Bir başka ifadeyle damızlığa ayrılanların döl verme yaşlarını küçültecek uygulamalar generasyonlar arası süreyi kısaltır. Şüphesiz bunların en etkili ilkinde doğurma yaşını küçültmektir. Ne var ki, ilkinde doğurma yaşını çok aşağılara çekmenin hem biyolojik hem de ekonomik engelleri vardır. Örneğin yaklaşık iki yaşından önce doğuracak şekilde çiftleştirilen sığırların döl tutmamaları, döl tuttukları takdirde sağlıklı yavrular doğuramamaları, ayrıca kendi sağlık ve verimlerini korumada yetersiz kalmaları söz konusudur. *Bu nedenle ilkinde doğurma yaşının en alt sınırını hayvanın kendisinin, verimlerinin ve yavrusunun zarar görmeyeceği en düşük yaş olarak kabul etmek gerekir.*

İlkinde damızlıkta kullanma yaşının erkene alınması, her iki cinsiyeti de aynı şekilde etkilemez. Bu uygulamanın olumsuz etkileri erkeklerde daha azdır. Ayrıca yapay tohumlama gibi araçlarla bu olumsuzlukları önemli ölçüde azaltmak da mümkündür. İşte bu yüzden ilkinde damızlıkta kullanma yaşını küçülterek generasyonlar arası süreyi kısaltma çabaları, daha çok erkekler üzerinde yoğunlaştırılmaktadır. Fakat doğuramayacak kadar genç dişilerden toplanan yumurta ve embriyoların doğurabilecek durumdaki bireylere aktarılması ve bunlardan döl alınması da generasyonlar arası sürenin kısaltılmasını olumlu etkiler.

Seleksiyona konu olan bazı özelliklerin saptanması için hayvanın ilk doğumunu yapması gerekir. Süt verimi yanında, hayvanların döllerinde ölçülmesi gereken veya döleriyle ilgili olan özellikler bu niteliktedirler. Kolayca anlaşılacağı gibi bu tip özellikleri dikkate alan seleksiyon çalışmaları ile döllere göre seleksiyon generasyonlar arası süreyi uzatır. Bu tip özellikler söz konusu olduğunda generasyonlar arası süreyi uzatmamak için ya dolaylı seleksiyona ya da kısmi verimleri kullanmaya yönelmek gerekebilir.

⁸ **Kan tazeleme:** Sürüye aynı ırktan ama başka sürülerden damızlık getirilip kullanılması

⁹ **Melezleme:** Farklı ırk ve ya hattan bireylerin çiftleştirilmesi.

SELEKSİYON YÖNTEMLERİ

Seleksiyonun uygulanmasındaki bir takım zorlukları aşmak için çeşitli önlemlerin düşünülmesi ve bilgi kaynaklarından daha fazla yararlanma isteği farklı seleksiyon yöntemlerinin geliştirilmesine yol açmıştır. Aşağıda bu yöntemlerin uygulanma koşul ve şekilleri kısaca anlatılacaktır.

Kitle Seleksiyonu

Her iki cinsiyette de ölçülebilen ve kalıtım derecesi yüksek olan özellikler söz konusu olduğunda, erkek ve dişilerin seçiminde seleksiyon ölçütü (kriteri) olarak bireylerin kendi değerleri kullanılır. Bu amaçla hayvanlar kendi performanslarına göre sıralanırlar ve en yüksek değerlilerden ihtiyaç duyulan kadari damızlık olarak alınırlar. Seleksiyona konu olan verime cinsiyetin etkisi var, yani hayvanların erkek veya dişi olmaları onların fenotipik değerlerini etkiliyor ise, örneğin ağırlık, yapağı verimi, cidago yüksekliği bu nitelikte özelliklerdir, ya her cinsiyet kendi içinde değerlendirilir ya da cinsiyete göre standardizasyon yapıldıktan sonra ihtiyaç duyulan miktarda erkek ve dişi damızlığa ayrılır. Bireysel verimlere göre seleksiyon olarak da adlandırılan bu yöntem, sürüden belirli bir kitle veya grup damızlığa ayrıldığı için, kitle seleksiyonu (mass selection) denilmesi daha yaygındır.

Örneğin; 320 baş doğurabilir dişiye (ana kadrosuna) sahip bir Ankara keçisi sürüsünden ilk kırkım çağına ulaşabilen 280 döl elde edilmiş ve yaklaşık 140 başı erkek 140 başı da dişi olan bu hayvanlar içerisinde 60 baş dişi ve 6 baş erkeğin damızlığa ayrılması yeterli bulunmuş olabilir. Bu durumda hayvanların tamamının ilk kırkım yapağı verimleri saptandıktan sonra dişilerden en yüksek verimli 60 başı ile erkeklerden 6 başının damızlık olarak alınması gerekir. Ne var ki damızlıkta kullanma çağına kadar bunların bir bölümünün öleceği düşünüldüğünden 70 baş dişi ve 8 baş erkek, damızlığa ayrılır. Bu uygulama kitle seleksiyonu olarak adlandırılır.

Akrabalara Göre Seleksiyon

Kalıtım derecesi düşük ve her iki cinsiyette de ölçülemeyen veya oldukça ileri yaşlarda ölçülebilen verimler söz konusu olduğunda kitle seleksiyonu pek verimli olmaz. Bu noktada damızlıkların belirlenmesinde akrabalarına ait verimlerden yararlanma yoluna gidilebilir. Verimlerinden yararlanılacak akrabalar; ebeveynler, öz veya üvey kardeşler ya da yavrular olur. Ayrıca damızlık seçiminde, ya tek başına akraba gruplarının (familya) ortalamaları ya da familya ortalaması ile birlikte bireyin üzerinde durulan verim bakımından kendi değerinin de kullanılabilir. Bu yöntemler aşağıda kısaca açıklanacaktır.

Ebeveynlere Göre Seleksiyon (Pedigriye Göre Seleksiyon): Özellikle tek cinsiyette görülen verimler söz konusu olduğunda, bu verimin görülmediği cinsiyetteki damızlıkların seçiminde, geçmiş generasyondaki akrabalarına ait bilgilerden yararlanılabilir. Bunun yanında geç ortaya çıkan verimler bakımından seleksiyonda da ebeveyn verimleri seleksiyon ölçütü olarak kullanılabilir. Örneğin bir boğanın veya henüz kendi verimi saptanmamış bir dişinin seçiminde anne ve büyük annesinin verimleri kullanıldığında, yapılan iş ebeveynlere göre seleksiyondur.

Ebeveynlere göre seleksiyon uygulanabilmesi için ebeveyn verimlerinin biliniyor olması gerekir. Bu da ancak uzun süre verim kaydı tutulmuş sürülerde mümkündür. *Bir hayvanın geçmiş generasyonlardaki ebeveynlerini verim değerleriyle birlikte tanıtan belgelere, pedigri adı verilir.* O halde seleksiyonda yararlanılan bilgilerin bu belgedeki bilgiler olmaları kaçınılmazdır. Bu yüzden *ebeveyn verimlerini esas alarak gerçekleştirilen seleksiyona pedigriye göre seleksiyon da denir.*

Pedigriye göre seleksiyonun genetik dayanağı, ebeveynlerinin sahip olduğu genlerin yarısını taşıyan bireylerin, ebeveynlerinin sahip oldukları üstünlüğe belirli derecede sahip olacakları görüşüdür. Ne var ki, bir ebeveynin döllerine aktardığı yarı, rastgele bir yarıdır. Ebeveyn bazı lokuslarda heterozigot ise döllerinin bir bölümüne büyük etkili genler, bir bölümüne de küçük etkili genler aktarabilir. Ayrıca ebeveynlerin değerlendirilmesinde veya sıralamasında kullanılan ölçütün isabeti de tam değildir. Kaldı ki ana ve babanın damızlık değerlerini

tahminde isabet tam (%100) olduğunda bile, ana ve babanın değerleri kullanılarak yapılacak seleksiyonun isabeti ancak %71 olur. Buna bir de daha önce seçilmiş olan ebeveynler arasındaki fenotipik farklılıkların azalmış olma ihtimali eklenince pedigrkiye göre seleksiyonun bir takım dezavantajlarının anlaşılması beklenir. Yukarıda sayılan dezavantajlarına rağmen, en azından damızlıkların ön seçiminde, pedigrkiye başvurulabilir.

Kardeşlere Göre Seleksiyon: Karkas özelliklerinin saptanması için hayvanların kesilmeleri gerekir. Bu durumda o hayvanın damızlık olarak kullanılması mümkün olmaz. Daha önceden de belirtildiği gibi kimi özellikler yalnızca erkek veya yalnızca dişilerde saptanabilir. Yumurta ve süt verimi sadece dişilerde saptanabilen özelliklere örnek oluştururlar. Böyle haller söz konusu olduğunda bireyin damızlık değeri öz veya üvey kardeşlerinin verim ortalamaları dikkate alınarak tahmin edilir. Bu tahminde temel dayanak, kardeşlerin sahip oldukları genlerin bir kısmının ortak ataları nedeniyle aynı olma ihtimalinin yüksekliğidir.

Döllere Göre Seleksiyon: Bir bireyin damızlık değeri, en isabetli şekilde döllerinin ortalamasından tahmin edilebilir. Gerçekten de bir bireyin döllerine, sahip olduğu genlerin yarısını aktardığı göz önüne alınırsa, bu bireyin döllerinin ortalamasının genel ortalamadan farklı olmasını ebeveyne bağlamak gerekir. Her ne kadar bir birey döllerine genotipinin rastgele bir yarısını aktarmakta ise de ortalamasının hesaplandığı döl sayısı arttıkça ebeveynin damızlık değerini tahmindeki başarı da artar. Çünkü, bu ortalamada hem yüksek hem de düşük etkili genleri taşıma ihtimali olan döller aynı şansa temsil edilmişlerdir. Bu hususlar göz önüne alındığında, *bir bireyin damızlık değerini döllerinin ortalamasının sürü ortalamasından farkının iki katı olarak ifade etmenin uygun olacağı görülür.*

Döl kontrolü olarak da ifade edilen döllere göre seleksiyonun, generasyonlar arası süreyi uzatıcı bir etkisi vardır. Çünkü bireylerin damızlık olup olmayacaklarına ancak döllerinin verimi saptandığında karar verilir. Buna rağmen özellikle de kalıtım derecesi düşük ve yalnızca dişilerde saptanabilen özellikler bakımından seleksiyonda etkili ve çok kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemin etkinliğini artırmak için her bir bireyi mümkün olduğunca çok sayıda dölle değerlendirme ve döl grupları arasında farklılığa neden olacak çevre faktörlerinin etkilerini ortadan kaldırmak gerekir.

Familiya Seleksiyonu

Birbirleriyle aynı akrabalık derecesine sahip bireylerin oluşturduğu gruba familiya denir. Böyle bir grubun üyeleri öz kardeş iseler bunlar öz kardeş, üvey kardeş iseler üvey kardeş familiyasını oluştururlar.

Özellikle düşük kalıtım dereceli verimler söz konusu olduğunda, familiya seleksiyonu daha verimli olmaktadır. Çünkü, daha önce de belirtildiği gibi bir grubun ortalaması o grubun genotipik değeri için daha uygun bir ölçüdür. Bir başka deyişle yüksek fenotipik değerli bir grubun genotipik değerinin yüksek olduğunu söylemedeki isabet, yüksek verimli bir ferдин genotipik değerinin yüksek olduğunu ifade etmedeki isabetten daha büyüktür.

Familiya seleksiyonunda, en yüksek ortalamaya sahip olan familiyaların, bütün bireylerinin damızlığa ayrılması söz konusudur. Örneğin her birinde 20 üvey kardeş bulunan 15 familiya var ve ihtiyaç duyulan damızlık sayısı da 100 ise ortalaması en yüksek 5 familiyanın 100 üyesi damızlık olarak seçilir. Üzerinde durulan özelliğin kalıtım derecesi düştükçe, familiyayı oluşturan bireylerin akrabalıkları ve sayıları arttıkça, familiya seleksiyonu ile sağlanacak isabetin, kitle seleksiyonu ile sağlanacak isabete oranı büyür.

Familiya seleksiyonunda familiya ortalamasının altındaki bireylerin hatta seçilmeyen familiyalardaki yüksek değerli bireylerden daha düşük verime sahip olanların bile damızlığa ayrılması söz konusudur. Bu sakıncayı gidermek için, bazı durumlarda her familiyanın en yüksek verimli belirli bir oranı damızlığa ayrılır. Bu yöntem familiya içi seleksiyon olarak adlandırılır. Bu yöntemde de en düşük ortalamaya sahip familiyalardan da damızlık seçiliyor olması bir sakınca oluşturur.

Kombine Seleksiyon

Familya seleksiyonu ve familya içi seleksiyonun aksaklıklarını gidermek için geliştirilmiş bir yöntemdir. Bu seleksiyon yönteminde seleksiyon ölçütü, hem familya ortalaması hem de bireyin kendi fenotipik değeri dikkate alınarak elde edilir. Kısaca familya ortalaması ile ferдин değeri bir araya getirilir, kombine edilir.

Kombine seleksiyonda kullanılan ölçüt aslında bir indeks değeridir. İndeks eşitliğinin bir familyadaki her hayvan için aynı olan ögesi, familya ortalamalarına verilecek ağırlığı belirten katsayı (W)'dır. Aynı populasyonda familya büyüklüğüne bağlı olarak her familya için farklı değerler alması beklenen bu katsayı, bireyin kendi fenotipik değerine bir ağırlık verildiğinde familya ortalamasına ne kadar ağırlık verileceğini ifade eder. Bir familyadaki herhangi bir bireyin indeks değeri; $I_{ij}=(P_{ij}-P)+W*(P_i-P)$ eşitliği ile hesaplanır. Bu eşitlikte; I_{ij} : bireyin indeks değerini, yani seleksiyon ölçütü olarak kullanılacak değeri, P_{ij} : bireyin fenotipik değerini, P_i : bireyin üyesi olduğu familyanın ortalamasını, P : popülasyonun ortalamasını ifade eder. W de yukarıda açıklandığı gibi tartı faktörüdür.

Bu eşitliğe göre bütün hayvanların indeks değerleri hesaplandıktan sonra en yüksek indeks değerine sahip olan fertlerden ihtiyaç duyulan kadarı damızlığa ayrılır.

Birden Fazla Verim Bakımından Seleksiyon

Daha önce de belirtildiği gibi, popülasyonun/sürünün birden fazla verim bakımından ortalamasını artırmayı hedefleyen seleksiyonda, her bir verimde sağlanan ilerleme yalnızca bir verim dikkate alındığında sağlanan ilerlemeden daha düşüktür. Fakat bir hayvanın sürüden sağlanan gelire katkısı bir tek veriminden sağlanan gelirden ibaret de değildir. Örneğin bir süt sığırının ekonomik değeri sadece süt verimi ile belirlenmez. Sütteki yağ ve protein oranı, ineğin ömür uzunluğu, döllerin büyüme hızı ve bunlara benzeyen özellikler de hayvanın ekonomik değerini belirlemede pay sahibidir. Bu nedenle günümüzde artık seleksiyonda yalnızca bir tek verim dikkate alınmaz. Seleksiyon, birbirleriyle ilişkili veya ilişkisiz ama ekonomik önemi olan birçok özellik dikkate alınarak yürütülür. Ülkemizde çoğunlukla kombine verimli hayvanların tercih edildiği ve edilmesi gerektiği dikkate alındığında bu yolun gereği ve önemi daha iyi kavranır.

Birden fazla verimi dikkate alan seleksiyon uygulamaları üç ana başlık altında incelenir.

Teksel Seleksiyon: Uygulaması kolay olan bu yöntemin esası, her generasyonda sadece bir verimi dikkate almak veya istenilen seviyeye ulaşıncaya dek yalnızca bir verim üzerinde durmaktır. Ancak istenilen seviyeye ulaşıldıktan sonra ikinci verim ele alınır. Bu verim için hedeflenen düzey yakalandığında sıra üçüncü verime gelmiştir. Eğer sadece üç verim üzerinde durulacaksa, üçüncü verimi takiben tekrar birinci veya ikinci verime dönülür.

Görüldüğü gibi bu yöntemin uygulandığının tek verime uygulanan seleksiyondan pek farkı yoktur. Ne var ki, bütün verimler bakımından istenen düzeyde hayvanlara sahip bir sürünün oluşturulması oldukça uzun zaman alır veya mümkün olmaz. Eğer bir de seleksiyona konu olan özellikler arasında negatif ilişki varsa, verimlerden birinde artış sağlanırken diğerinde azalma gerçekleşir. Bu da seleksiyonun verimliliğini olumsuz etkiler ve sonuçta yıllarca uygulanan seleksiyona rağmen bazı özellikler bakımından hiç bir ilerleme sağlanamayabilir. Bu nedenle birden fazla verimi iyileştirmeyi amaçlayan seleksiyon yöntemlerinin en verimsizi olan bu yöntemin geniş bir uygulama alanı yoktur.

Bağımsız Ayıklama Sınırları: Teksel seleksiyonun dezavantajlarını kısmen de olsa ortadan kaldırmayı hedefleyen bir yöntemdir. Bu yöntemde bütün verimler birlikte dikkate alınırlar. Uygulama öncesinde her verime özgü alt sınır değerleri belirlenir ve bu sınırların tümünü aşan hayvanlar damızlığa ayrılırlar. Yöntemin uygulama zorluğu, her verim için kritik olan alt sınırın belirlenmesidir.

Özelliklerden biri hariç diğerleri bakımından sınırın çok üstünde değerlere sahip bir hayvanın bu özellik bakımından belirlenen sınırın çok az altında olması halinde bile damızlığa ayrılamaması yöntemin bir dezavantajıdır. Buna karşılık sınırlar belirlendikten sonra,

uygulaması kolaydır. En önemli avantajı herhangi bir verim bakımından sınırı geçemeyen hayvanların hemen damızlık dışı bırakılabilmesidir. Özellikle farklı yaşlarda saptanan verimlerle çalışıldığında bu avantaj daha da belirgin hale gelir. Örneğin koyunların 6. ay ağırlığı, ilk kırıma yapağı ağırlığı ve süt verimi üzerinde çalışılıyor ise, tüm bireylerin süt verimlerinin belli olması beklenmez. Altıncı ay ağırlığı için kararlaştırılan veya belirlenen sınırı geçemeyenler sürüden çıkarılarak masrafların azaltılması yoluna gidilir. İkinci özellik yaklaşık 14 aylık yaşta saptanan ilk kırıma yapağı ağırlığıdır. Bu özellik için belirlenen sınırı aşamayanların yaklaşık 3 yaşında saptanabilen süt verimlerini beklemek gerekmez. Bu avantajı ve teksele seleksiyona göre az da olsa üstünlüğüne rağmen bu yöntemin de uygulaması oldukça sınırlıdır.

İndeks Yöntemi: İndeks yöntemi, teksele seleksiyon ve bağımsız ayıklama sınırları yöntemlerinin sakıncalarını ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiştir. Yöntemin esası, adından da anlaşılacağı gibi, her hayvan için bütün verimleri dikkate alan bir indeks değeri hesaplamaktır. İndeks değerinin hesaplanmasında; hayvanların verimleri (A,B,...,K) ile üzerinde durulan özelliklerin kalıtım dereceleri, özellikler arası genetik korelasyonlar ve her özelliğin ekonomik önemleri dikkate alınarak hesaplanmış tartı faktörleri (W_A, W_B, \dots, W_K) kullanılır. Böylece seleksiyonun, üzerinde durulan verimler yerine bunların bir arada oluşturdukları;

$$I = W_A \times A + W_B \times B + \dots + W_K \times K$$

şeklinde hesaplanan bir değere göre yapılması mümkün olur. Bu uygulamanın başarısı her birey için hesaplanan indeks değeri ile söz konusu özelliklerin hepsini kapsayan toplam genotipik değer arasındaki ilişkinin yüksekliğine bağlıdır.

Uygulama bakımından bağımsız ayıklama sınırları yönteminden temel farklılığı en son verim saptanmaya kadar bütün hayvanların korunmasıdır. Bu nedenle masrafların bir miktar artacağı düşünülürse de, verimliliği dikkate alındığında benzer yöntemlerin en iyisi olan indeks metodunun bu kusuru göz ardı edilebilir.

Dolaylı Seleksiyon

Bazı özellikler arasında genetik ilişki vardır. Bir verim bakımından üstün olan bireyler diğeri bakımından üstün veya düşük verimli olabilirler. Sürüde iyileştirilmesi istenilen verimin kalıtım derecesi düşük ve saptanmasında zorluklar olduğunda seleksiyon çalışmalarında bunun yerine bir başka özellik aranır. Kullanılacak özelliğin hem kalıtım derecesi hem de araç olarak kullanılan bu özellikle esas özellik arasında genetik ilişki yüksek ise esas özellikte bir ilerleme sağlanabilir. Örneğin tavuklarda cinsi olgunluk ağırlığı ile bir verim döneminde elde edilen yumurta sayısı arasında negatif işaretli genetik ilişki vardır. Bu durumda bir verim dönemindeki yumurta sayısı artırılmak istendiğinde cinsi olgunluk ağırlığına göre seleksiyon yapılabilir. Yani cinsi olgunluk ağırlığı düşük olanlar seçilerek yumurta sayısı artırılabilir. Dolaylı seleksiyon olarak adlandırılan bu uygulama ile hem generasyonlar arası süreyi kısaltmak hem de verim kontrol masraflarını azaltmak mümkündür.

ÇİFTLEŞTİRME SİSTEMLERİ

Bir damızlıkçı işletme önceki bölümde anlatılan yöntemlerden uygun olanı ile damızlıklarını seçtikten sonra sıra, bunların çiftleştirilmelerinde izlenecek yolun belirlenmesine gelir. Damızlığa ayrılan erkek ve dişilerden hangilerinin birbirleriyle çiftleştirileceklerini belirlemek için önce işletmenin beklentisinin ne olduğu, sonra bu beklentiyi karşılayacak yöntemin hangisi olduğu kararlaştırılmalıdır. Bu noktada unutulmaması gereken husus, aşağıdaki yöntemlerden herhangi birinin seleksiyon olmaksızın, tek başına, genetik ilerleme sağlamanın söz konusu olmadığıdır.

Eğer bir işletmede çiftleştirilen damızlıklar aynı ırktan iseler, bu yöntem saf yetiştirme olarak adlandırılır. İleride açıklanacak bazı hallerde özellikle birbirleriyle akraba olanların çiftleştirilmelerine gerek duyulur. Bu tür bir çiftleştirme sistemi, akrabalı yetiştirme olarak adlandırılır.

Eğer çiftleştirilen erkek ve dişiler farklı ırklar ya da hatlardan iseler melezleme söz konusudur.

Çiftleştirilecek hayvanlar için bir düzenleme yapılmıyor ise, *rastgele çiftleştirme*; eğer düşük verimliler yüksek verimlilerle çiftleştiriliyor ise *zıtların çiftleştirilmesi*, düşük verimliler düşük verimlilerle, yüksek verimliler de yüksek verimlilerle çiftleştiriliyorsa *benzerlerin çiftleştirilmesi* söz konusudur.

Saf Yetiştirme

Bir sürüde çiftleştirilen erkek ve dişiler aynı ırkın bireyleri iseler, uygulanan çiftleştirme yöntemi saf yetiştirme olarak adlandırılır. Örneğin bir sığır sürüsünde erkek ve dişi damızlıklar Siyah-Alaca ırkıdan veya bir koyun sürüsündeki erkek ve dişiler İvesi ırkıdan iseler bu sürülerde saf yetiştirme uygulanmaktadır denir.

Günümüzde önemli kabul edilen birçok ırkın korunmasında saf yetiştirme büyük rol oynamıştır. Gerçekten de, başta gelişmiş ülkeler olmak üzere birçok ülkede, sahip olunan ırkların saflıklarını korumak için üreticiler yetiştirme dernekleri olarak bilinen örgütlenme modelini benimsemişlerdir. Bu yapılanmadan temel beklentileri; sahip olunan ırkın saflığını yitirmeden, verimlerini geliştirmek olan üreticiler bir ölçüde, damızlık satış olanaklarını da güvence altına almışlardır.

Saf yetiştirmenin uygulandığı bir sürüye aynı ırktan da olsa, başka sürülerden damızlık alınmıyorsa sürü kapatılmıştır denir ve böyle sürüler kapalı yetiştirilen sürüler olarak bilinir. Çünkü bu sürülere dışarıdan gen akışı önlenmiştir. Bu yol seçildiğinde zamanla, sürüde akrabalığın artması kaçınılmazdır. Bir başka deyişle; çiftleştirilen bireyler akraba olmaya başlarlar. Akraba bireylerin çiftleştirilmesiyle elde edilen döllerde, ebeveynlerinin genetik benzerliğini sağlayan genlerin bir bölümü aynı lokusta bir araya gelerek söz konusu lokus **homozigot**¹⁰ hale geçer. İşte bu durum; bazı yararları yanında önemli sakıncaları da beraberinde getirir.

Kapalı yetiştirilen bir sürüde bireylerin birbirleriyle genetik benzerlikleri artacağından genetik varyans azalır. Bunun sonucu olarak kalıtım derecesi düşer ve yeterli genetik ilerleme sağlanamaz. Bunun yanında, akrabalı yetiştirme katsayısı ile ölçülen homozigotlaşmanın derecesindeki artışa bağlı olarak kimi verimlerde gerilemeler görülür. Bu noktada çözüm, sürüye aynı ırkın başka sürülerinden gen aktarmak veya sürüde genetik varyansı artırıcı bir yetiştirme sistemine başvurmaktır.

Kan Tazeleme

Sürüye aktarılan genler aynı ırkın değişik sürülerinden ise, yani sürüye aynı ırktan ama başka sürülerden damızlık getirilip kullanılmış ise bu uygulama "kan tazeleme" olarak adlandırılır. Kan tazeleme kararı alındığında en önemli iş, erkek damızlıkların hangi sürülerden alınacağıнын belirlenmesidir. Bu belirlemede hata yapılırsa uygulama bir yarar sağlamaz hatta zararlı olabilir.

Kan tazeleme uygulamasında erkek damızlıkların alınacağı sürülerin verim seviyelerinin, mevcut sürüden yüksek veya en azından aynı olması yanında, zararlı genler taşımamaları da istenir. Bu hususları öğrenmek için yapılacak incelemelerde damızlıkların alınacağı işletmenin sürü ortalaması ve bu sürüde akrabalı yetiştirmeden kaçınılıp kaçınılmadığı üzerinde durulur. Başka sürülerden erkek damızlıklar veya sperma sağlanarak gerçekleştirilen kan tazeleme uygulamasının, sürüde genetik farklılığı ve üzerinde durulan verime ait ortalamayı yükseltmesi beklenir. Ortalama yükselmese bile sürüde farklılığın büyümesi seleksiyona uygunluğu artıracaktır. Bu da, istenilen seviyelere daha kolay ve daha kısa sürede ulaşma imkanı verir.

¹⁰ **Homozigot:** Bir canlının bir lokusunda taşıdığı iki allelin aynı olması durumu (AA, aa, BB, bb vb...)

Kan tazelemeye başvuran işletme aslında, sahip olduğu ırktan şikayeti olmayan işletmedir. Çünkü sürünün yeterli bulunmayan veriminin başka ırklara ihtiyaç duyulmadan yükseltilebileceği düşünülmektedir. Fakat özellikle yerli ırkların yetiştirildiği ve hızla değişen üretim koşullarının geçerli olduğu yörelerde bulunan işletmeler için bu uygulama yetersiz kalabilir. İşte bu noktada, başka ırklarla çalışma veya başka ırklardan yararlanma gereği ortaya çıkar. Yani yetiştirilmekte olan ırk o işletme için uygunluğunu yitirir. Daha yüksek verimli genotiplere ihtiyaç duyulur. Bu durumda işletme ya yeni bir ırk satın alarak üretime devam eder, ya da aşağıda anlatılacak melezleme yöntemlerinden uygun olanına başvurur.

Melezleme

Bilimsel anlamıyla melezleme; farklı genotiplere sahip bireylerin çiftleştirilmesi olarak tanımlanır. Örneğin tek gen çifti söz konusu olduğunda BB ve Bb ya da BB ve bb genotipli bireylerin çiftleştirilmeleri "melezleme" dir. Olaya bu açıdan yaklaşıldığında, bütün çiftleştirmeleri melezleme olarak nitelendirmek gerekir. Çünkü tek yumurta ikizleri dışında, bütün lokuslarda birbiriyle aynı genleri taşıyan iki genotipe rastlama olasılığı oldukça düşüktür.

Hayvancılık uygulamalarında melezleme ifadesi, daha farklı anlamda kullanılır. Bir çiftleştirmenin melezleme olarak nitelendirilebilmesi için; çiftleşen hayvanların ya farklı ırklara ya da farklı hatlara mensup olmaları gerekir. Bu durumda *melezleme, farklı ırk ya da hatlardan hayvanların çiftleştirilmesi olarak tanımlanır*. Bu da saf yetiştirme ve kan tazeleme ile melezlemeyi birbirinden ayırmayı mümkün kılar.

Melezleme çalışmalarının temel hedefi şüphesiz, işletmeye daha fazla yarar sağlayan hayvanlar elde etmek olmalıdır. Bu da ancak çiftleştirilecek grupların isabetli seçimiyle sağlanabilir. Bu haliyle melezlemeyi, popülasyonlar arası seleksiyon olarak nitelendirmek de mümkündür.

Herhangi bir melezleme çalışmasında ana ve baba olarak kullanılan ırk ya da hatlarının ilk dölleri F_1 olarak isimlendirilir. Eğer çiftleşen bireyler F_1 'ler ise elde edilen döllere F_2 , adı verilir. F_1 dişiler ebeveyn ırk veya hatlardan birinin erkekleri ile (şemada A ırkının erkekleri) çiftleştirilirler ise AG_1 , AG_1 dişiler bir önceki generasyondaki baba ırkından erkeklerle çiftleştirilir ise AG_2 'ler elde edilir.

Amaçları ve uygulamışlarındaki farklılıklara göre değişik melezleme yöntemlerinden söz edilebilir.

Islah Melezlemesi: Mevcut sürünün verim düzeyi işletmenin gereksinmesini karşılamaktan uzak olduğunda, daha önce belirtildiği gibi, aynı ırktan fakat daha yüksek verimli sürülerden erkek damızlık sağlama, yani kan tazeleme yoluna gidilir. Bazı durumlarda kan tazeleme yetersiz veya faydasızdır. Örneğin bir işletme ya da bölgede söz konusu ırkın en yüksek verimli örneklerinin verimleri bile yeterli bulunmayabilir. Bu durumda, verimi artırmak için yüksek verimli bir ırkın kullanılması gerekliliği ortaya çıkar. Damızlıkta kullanılacak ıslah edici ırk belirlendikten sonra bunun erkekleri, ıslah edilecek sürünün dişileri ile çiftleştirilir. İşletmelerin sahip oldukları koşullar dikkate alınarak, döllerde ıslah edici genotipin payının hangi seviyede yer verileceği kararlaştırılır. Bu seviye genellikle % 75 ve daha altındadır.

Eğer işletme için F_1 'ler yeterli görülüşler ise sürüde ıslah edilecek ırka ait bütün dişiler elden çıkıncaya veya yeterli sayıda F_1 elde edilinceye kadar, ıslah edici ırk x ıslah edilecek ırk melezlemesi sürdürülür. Bu arada F_1 'lerden damızlıkta kullanma çağına ulaşan dişilerden uygun bulunanlar yine uygun bulunan F_1 erkeklerle çiftleştirilir. Elde edilen F_2 'ler arasında oluşacak farklılıklardan yararlanarak işletmeye uygun bireyler damızlığa ayrılır ve gelecek generasyon bunlardan elde edilir. Her generasyon yapılan seleksiyonla hedefe ulaşmaya çalışılır

Hedeflenenler F_1 olsalar bile, ilk aşamada veya daha sonra bu düzeyin yetersiz kalması söz konusu olabilir. Böyle bir durumda F_1 dişiler ıslah edici ırkın erkeklerine verilerek G_1 'ler elde edilir. Sürü G_1 düzeyinde kapatılarak seleksiyonla hedefe ulaşmaya çalışılır. Bir başka deyişle G_1 'ler arasından erkek ve dişiler seçilerek amaca uygun çalışmalar sürdürülür

Nadir de olsa, bazı hallerde işletmenin koşulları F_1 'lerin bile ekonomik olarak yetiştirilmelerine uygun değildir veya yerli ırkın önemli kabul edilen bazı özellikleri F_1 'lerde gözlenen seviyeden yüksektir. Bu durumda F_1 dişiler ıslah edilecek ırkın erkekleriyle çiftleştirilerek ıslah edilecek ırka G_1 'ler elde edilir. Bu aşamadan sonra izlenecek yol ıslah edici ırka G_1 ler elde edildikten sonra izlenenden farklı değildir.

Bu yollardan hangisi izlenir ise izlensin, seleksiyon ve akrabalı yetiştirme sayesinde zamanla döllerinde daha az açılma görülen bir sürü elde edilebilir. Bu noktaya ulaşıldığında yeni bir tip ya da ırkın elde edilmiş olduğunu söylemek mümkün olur.

Türkiye'nin süt verimi en yüksek yerli sığır ırkının Kilis Sığırı olduğu bilinir. A. Ü. Ziraat Fakültesi'nde Kilis sığırlarıyla yapılan çalışmalarda ulaşılan süt verim düzeyi diğer yerli ırkların çok üstünde olmasına rağmen A.Ü.Ziraat Fakültesi için yeterli bulunmadığından Siyah-Alaca boğalar kullanılarak önce F_1 'ler elde edilmiştir. Elde edilen F_1 dişilerin tekrar Siyah-Alaca boğalara verilmeleriyle elde edilen G_1 'lerin verimleri yeterli olmuştur. Bu aşamadan sonra sürü G_1 'ler içerisinde seçilen erkek ve dişiler ile devam ettirilmiştir. Buradan da anlaşılacağı gibi ıslah melezlemesinde bir süreklilik yoktur. Hedeflenen genotip (tip veya ırk) elde edildiğinde melezlemeden vazgeçilir.

Kombinasyon Melezlemesi: Mevcut ırkların birçoğu, belirli bir verim yönünde geliştirilmişlerdir. Bunların herhangi birinde üstün olan bir özellik, bir başka ırkın sahip olduğu farklı bir özelliği bir genotipte bir araya getirmek, kombine etmek, istenebilir. Hatta üç ayrı ırkın sahip olduğu özelliklere, belirli seviyelerde de olsa sahip olan yeni bir tip veya ırk geliştirmek hedeflenebilir. Bu amaçla yapılan melezleme çalışmasına *kombinasyon melezlemesi* denir. *Kombinasyon melezlemesi; iki veya daha fazla ırkın istenen özelliklerinin tek bir tip veya ırkta toplanması, kombine edilmesi amacını gerçekleştiren melezleme olarak tanımlanabilir.*

Kombinasyon melezlemesinin ilk adımı, ihtiyaç duyulan tip veya ırkın özelliklerini belirlemektir. Prototip belirlenmesi olarak bilinen bu aşamadan sonra melezlemede kullanılacak ırklar ve bunların prototipte ne oranlarda temsil edilecekleri kararlaştırılır. Artık iş tasarlanan prototipi verecek melezlemeyi gerçekleştirmeye kalmıştır. Elde edilen melezler içinde çalışmanın başında belirlenen prototipe uzak hayvanlar da mevcuttur. Bu grupta her generasyon uygulanacak seleksiyonla prototipe uygun olanların nisbi miktarları artırılmaya çalışılır. Süreklilik göstermesi gereken bu çalışmalar sonunda da yeni bir tip veya ırk elde edilmiş olur. Bu melezleme yöntemiyle elde edilmiş çok sayıda ırk mevcuttur. Örneğin Akkaraman ırkının dayanıklılığı ve yağlı kuyruklu koyunlara aşma yeteneği ile Alman Yapağı-Et Merinosu'nun büyüme hızı ve yapağı kalitesini belirli seviyelerde de olsa bir arada taşıyan Malya koyun ırkı bu tanıma uygun melezlemeyle elde edilmiştir. Aynı şekilde Santa-Gertrudis ve Brangus sığır ırkları ile Columbia koyun ırkı da bu örnekler arasında sayılabilir.

Kombinasyon ve ıslah melezlemeleri bir arada değerlendirildiklerinde, aralarında hedef ve hedefe ulaşmada izlenen yollar bakımından önemli farklılıklar olmadığı anlaşılır. Gerçekten de ıslah melezlemesinde amaç; bir yerli ırka dayalı olarak, özellikle çevreye uyum yeteneğinde önemli bir gerileme olmaksızın, tek verim bakımından yüksek değerli yeni bir ırk veya tip elde etmektir. Eğer çevreye uyum veya dayanıklılık da bir verim özelliği sayılırsa, ki böyledir, hem ıslah melezlemesi hem de kombinasyon melezlemesinde hareket noktası aynıdır. Sonuçta birden fazla verim bakımından arzulanan seviyelerde yeni bir genotipin geliştirilmesi söz konusudur.

Çevirme Melezlemesi: Değişen koşullara bağlı olarak bir bölgenin yerli ırkının verimleri yeterli olmadığında melezlemeye başvurulduğu daha önce ifade edilmiştir. Eğer bu çalışmada yüksek verimli olarak düşünülen ırkın kullanımına belirli bir aşamada son verilmez, aksine sürüde devamlı olarak bu ırkın erkekleri kullanılır ise çevirme melezlemesi yapıyor demektir. Çünkü her generasyonda yüksek verimli ırkın payı artar. Örneğin G_2 'lerin sahip olduğu genlerin % 87.5'i yüksek verimli ırka aittir. G_3 , G_4 ,, G_n kuşaklarında yerli ırkın payı iyice azalır. Yerli ırk kültür ırkına çevrilmiş olur.

Çevirme melezlemesinde dikkat edilmesi gereken en önemli husus, çevirmede kullanılan ırkın, bir başka ifadeyle yerli populasyonun çevrileceği ırkın, o yöre koşullarına uyacağından emin olmaktır. Çevirmede kullanılan ırkın, melezlemenin uygulandığı bölgenin koşullarına uymada yetersizliği varsa, bundan kaynaklanan sorunlar her generasyon büyüyerek devam eder. Üreticilerin melezleme programına ilgi ve güveninin azalmasına, hatta programdan vazgeçilmesine yol açan bir sonuçla karşılaşılması için ırk seçimine ek olarak alınacak bir başka önlem; kültür ırkı genotipin artışına paralel olarak çevrede gerekli iyileştirmeleri yapmaktır. Bunun için gereken parasal kaynağın en azından bir kısmı melez hayvanlarla sağlanan üretim artışından karşılanabilir.

Çevirme melezlemesinin en tipik örneklerinden biri ülkemizde uygulanan Merinoslaştırma çalışmalarıdır. Orta Anadolu'da sürekli Merinos koçlar kullanılarak yürütülen çalışmada umulan faydalar sağlanamamıştır. Çünkü çevrede herhangi bir iyileştirme yapılamamış ve elde edilen ileri derece Merinos melezlerinin çeşitli verimleri umulanın çok altında gerçekleşmiştir. Hatta kuzu kayıpları % 35 gibi çok yüksek düzeylere çıkmıştır. Buna bir de Merinos veya ileri melezlerinin yapağına uygulanan desteklemenin kaldırılması eklenince üretici bu faaliyetten çoğu yerde hemen tamamıyla vazgeçmiştir. Bu durumun önüne geçmek için, öncelikle devlet işletmelerinde, çevirme melezlemesinden vazgeçilerek daha önce anlatılan yöntemlerle yeni ırk ve tipler geliştirme yolu izlenmiştir.

Kullanma Melezlemesi: Kullanma melezlemesi; adından da anlaşılacağı gibi, ticari değeri yüksek kullanma, diğer bir deyişle üretim hayvanları elde etmek amacıyla uygulanan bir melezleme yöntemidir. Bu yöntemin hareket noktası melezlerin bazı özellikler bakımından saflara göre daha yüksek değerli olmalarıdır. Kısaca işletmeye yararlılık bakımından melezler daha iyi durumda olabilmektedir. Damızlık üretme amacı taşımayan, yalnızca üretim materyali elde etmeye yönelik olan bu melezleme yönteminin en yaygın kullanımı tavukçuluk alanındadır.

Melez genotipin, üzerinde durulan özellik veya özellikler bakımından yüksek verimli ebeveynlerden veya ebeveynlerin ortalamasından üstünlüğü heterosis veya melez azmanlığı olarak adlandırılır. Bu tanımdan yola çıkarak;

$$\text{Heterosis} = F_1 - (A+B)/2 \text{ veya}$$

$$\text{Heterosis} = F_1 - Y \text{ eşitlikleri yazılabilir. Bu eşitliklerde;}$$

F_1 = Melezlerin,

A = Ana olarak kullanılan,

B = Baba olarak kullanılan saf ırk veya hattın,

Y = Yüksek verimli ebeveyn hattının ortalama verimidir.

Kullanma melezlerinin üstünlüğünde genlerin eklemeli etkileri yanında, eklemeli olmayan etkilerinin de payı büyüktür. Eğer eklemeli olmayan gen etkilerinin rolü olmazsa melezlerin beklenen değeri ebeveynlerin ortalaması kadardır. Fakat dominans¹¹ ve **epistatik etkilerin**¹² söz konusu olması F_1 'lerin daha yüksek değerler göstermelerine yol açar.

Melezlerin üstünlüğünde büyük ölçüde eklemeli olmayan gen etkilerinin rol oynaması nedeniyle bunların kendi aralarında çiftleştirilmelerinden elde edilen döllerde, yani F_2 'lerde, bu düzeyde üstünlük görülmez. Çünkü F_1 'lerde **heterozigotluğa**¹³ bağlı üstünlüğe neden olan genler, F_1 'lerin çiftleştirilmeleriyle elde edilen F_2 'lerde farklı bireylere dağılırlar. Yani heterozigotların nispi miktarı azalır. Bu yüzden F_1 'ler damızlık olarak kullanılıp F_2 'lerin elde edilmesi yoluna gidilmez. Kullanma melezine her gerek duyulduğunda saf hat veya ırklar yeniden çiftleştirilirler. Bu nedenle her zaman safların elde tutulması zorunludur.

¹¹ **Dominans etki:** Heterozigot genotipin iki homozigot genotipin ortalamasından gösterdiği sapma. **Dominant:** Bir lokustaki allellerden birinin diğer allelin etkisini örtmesi veya sınırlaması durumu.

¹² **Epistatik etki:** Bir lokustaki genin etkisinin başka bir lokus ya da lokuslardaki genlere bağlı olarak değişmesi.

¹³ **Heterozigot:** Bir lokusun genotipinde farklı allellerin bulunması (Aa , Bb , Cc vb...)

Melez azmanlığı elde etme şansı, düşük kalıtım dereceli özelliklerde daha yüksektir. Aynı şekilde mevcut ırk veya hatların birbirleriyle genetik benzerlikleri azaldıkça bunların çiftleştirilmelerinden melez azmanı döllere elde etme olasılığı da artar. Bu durum her hat veya ırkta lokusların farklı genler bakımından homozigot olmalarıyla açıklanır. Eğer çiftleştirilen hat veya ırklarda lokuslar farklı alleller bakımından homozigot iseler, bunların dölleri söz konusu lokuslarda heterozigot bir yapı ortaya çıkar ve populasyonda heterozigot lokusların oranı yükselir. Örneğin ebeveynlerinden birinde beş lokusta büyük etkili, diğerinde aynı lokuslarda küçük etkili genler bakımından homozigotluk söz konusu ise, bunların melezlerinde, bu lokusların hepsi heterozigot hale gelecektir. *Heterozigotların birçok özellik bakımından saflara üstün olduğu bilinmekte ve bu üstünlük dominans olarak nitelenmektedir.* Dominans; eksik, tam ya da üstün dominans şeklinde olabilir. Yani heterozigot bireyler; homozigotların ortalamasından fazla fakat üstün olandan düşük (*eksik dominans*), üstün bireyle aynı değerde (*tam dominans*) veya üstün bireyden de yüksek değerli (*üstün dominans*) olabilmektedir. İşte melezlemede heterozigotluğun artışına bağlı olarak daha çok lokusta dominans etkinin ortaya çıkması melezlerin üstünlüğünün önemli nedenlerinden biri olarak kabul edilir.

Kullanma melezlerinin önemli avantajları; üzerinde durulan verimin artması, melezlerin yaşama güçlerinin yüksekliği ve melez sürüyü oluşturan bireylerin birbirine benzer değerler göstermeleri (bir örneklilik) dir. Buna karşılık saf ırk veya hatların sürekli olarak elde bulundurulmaları zorunluluğu ile her melezlemede heterozis elde edilememesi, buna bağlı olarak da, dölleri heterozis görülen saf hat veya ırkların elde edilmesi veya saptanmasının getirdiği yüksek maliyet, sistemin dezavantajı olarak görülmelidir.

Akrabalı Yetiştirme

Uzun süre saf yetiştirme uygulandığında sürüdeki hayvanların birbirleriyle akraba olmaları kaçınılmazdır. Saf yetiştirme ile ilgili bölümde bu husus kısaca açıklanmıştır.

Herhangi bir sürüde çiftleştirilen hayvanların özellikle akraba olmaları gözetildiğinde, uygulanan sistem akrabalı yetiştirmedir. Bu sistemin daha iyi kavranabilmesi için akrabalıkla ilgili bazı bilgiler verilmesi yerinde olacaktır.

Hayvancılıkta iki birey akraba dendiğinde, geçmiş generasyonlarında en az bir ortak atanın yer aldığı anlaşılır. Akrabalığın derecesi de geçmiş generasyonlardaki ortak ata sayısı ile ortak ataların yer aldığı generasyonla akrabalığı hesaplanan bireylerin yer aldığı generasyonların birbirlerine yakınlığına bağlıdır. Akrabalığın ölçülmesinde değişik yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan en yaygın kullanılan aşağıda açıklanacaktır.

Akrabalık Derecesi ve Akrabalı Yetiştirme Katsayısı: İki bireyde ortak atadan dolayı özdeş genlerin toplam genlere oranına akrabalık derecesi denir. Herhangi bir birey dölleri kendi genotipinin rastgele bir yarısını aktarır. Bir atanın iki ayrı dölüne aktardığı bu rastgele yarıların aynı olma ihtimali ayrı ayrı oluş ihtimallerinin çarpımına eşittir. Bu ilke göz önüne alındığında iki bireyde ortak olan genlerin nisbi miktarı olarak da tanımlanabilen akrabalık derecesi (r_{AB}^G) örneğin baba bir üvey kardeşler için 1/4 olarak hesaplanır.

Bu durum herhangi iki bireyin akrabalık derecesinin hesaplanmasında geçmiş generasyonlara ait bilgilerin varlığının zorunlu olduğunu gösterir. Pedigri olarak isimlendirilen bu belgelerden yararlanılarak hesaplanan akrabalık derecesi doğal olarak pedigree kayıtlarının tutulmadığı dönemlerde oluşmuş akrabalığı içermeyiz.

İki öz kardeş söz konusu olduğunda, bunların akrabalığına hem anne hem de babalarının katkısı vardır. Yani iki öz kardeşin genetik benzerlikleri anne ve babalarının ayrı ayrı sağladıkları benzerliklerin toplamı olan 1/2'dir (1/4 + 1/4).

Ana ve babaya ek olarak büyük ebeveynlerden de ortak olanlar var ise akrabalık derecesi yine aynı mantıktan hareket edilerek hesaplanır. Ortak ata birden fazla olduğunda genetik benzerliğe her bir atanın katkısı ayrı ayrı hesaplanıp toplanmalıdır.

Anne ve babası akraba olan bireylere akrabalı yetişmiş veya akrabalı yetiştirilmiş denir. *Akrabalı yetişmişliğin derecesini belirten akrabalı yetişme katsayısı ise bireyde anası ile babasının akraba olması nedeniyle homozigotlaşan lokusların toplam lokuslara oranını ifade eder. Bir bireyin akrabalı yetişme katsayısı o bireyin anası ile babasının akrabalık derecesinin ikiye bölümüyle hesaplanır. Örneğin üvey kardeşlerin çiftleşmesinden elde edilen bir bireyin akrabalı yetişme katsayısı;*

$$F_i = r_{\text{ÜK}}^2 / 2 = (1/4) / 2 = 1/8 = \% 12.5\text{'tir.}$$

Akrabalı yetiştirme daha öncede belirtildiği gibi akraba bireylerin çiftleştirilmesiyle gerçekleştirilir. Böyle bir çiftleştirmenin kaçınılmaz sonucu homozigotluğun ve bireylerin birbirine benzemelerinin artışıdır. Homozigotluktaki artış bu hayvanların döllerine farklı genler geçirme ihtimalini azaltır. Dolayısıyla gelecek generasyonlarda en azından bu lokusların taşıdığı genler bakımından açılma olmaz, döllerin birbirlerine benzeme ihtimali yükselir. Özellikle yeni ırkların elde edilmesinin son aşamasında uygulanan akrabalı yetiştirmenin gerekçesi işte bu etkidir. Böylece belirlenen tipin ayırıcı özellikte/özelliklerde farklılığın azaltılacağı, yani tipin sabitleştirileceği düşünülür.

Akrabalı yetiştirme bazı verimlerde düşmeye yol açtığı gibi, genetik kusurlu hayvanların meydana gelme ihtimalini de artırır. Gerçekten de özellikle döl verimi gibi düşük kalıtım dereceli karakterlerde verim seviyesi oldukça düşer. Buna ek olarak akrabalı yetiştirme ile istenen genler bakımından homozigot lokusların ortaya çıkması kadar istenmeyen genler bakımından da homozigotlaşma söz konusudur. Zararlı etkili genler çoğunlukla ressesiftir. Etkilerini ancak homozigot hale geçtiklerinde gösterirler. Bu yüzden yakın akrabaların çiftleştirilmesiyle homozigotların artışına bağlı olarak genetik kusurlu bireylerin ortaya çıkma ihtimali de artar.

KAYNAKLAR

Anonymous (2011). **World Population to 2300.**

<http://www.un.org/esa/population/publications/longrange2/WorldPop2300final.pdf>

Bowman, J.C. (1974). **An Introduction to Animal Breeding.** Edward Arnold Limited, 25 Hill Street, London.

Düzgüneş, O., Akman, N. (1985). **Varyasyon Kaynakları.** A.Ü.Ziraat Fakültesi 954/14.

Düzgüneş, O., Eliçin, A., Akman, N. (1991). **Hayvan Islahı.** II. Baskı. A.Ü.Ziraat Fak. 1212/349.

Elvidge, D.G. (1985). **Sire and Breed Selection.** Animal Industries Workshop. Lincoln Collage 1985.

Falconer, D.S. (1964). **Introduction to Quantative Genetics.** Oliver and Boyd. Edinburg.

Karataş, Ş. (1970). **Seleksiyonla Sağlanacak Teorik İlerlemenin Realize Edilme Şartları.** Atatürk Üniv.Zir.Fak.Yayınları .82/29.

Kızılkaya, K. (1992). **Hayvanlarda Akrabalık.** A.Ü.Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü (Basılmamış, Seminer).

Pirchner, F., (1964). **Population Genetics and Animal Breeding.** W.H. Freedman and Co.San Fransisco.