

3. BÖLÜM

FENOTİPİK VARYASYONUN KAYNAĞI OLARAK ÇEVRE FAKTÖRLERİ

Çevrenin kantitatif verim özelliklerinde önemli bir varyasyon kaynağı olduğu

$$P=G+E$$

eşitliği ile ortaya konulmuştu.

Bu farklıklar deneysel olarak ta ortaya konulabilmektedir. Hayvanlarda tek yumurta ikizler aynı genotipik yapıya sahiptirler. Bu ikizler farklı çevre faktörlerinde yetiştirildiklerinde çeşitli fenotipik özelliklerinde değişik düzeylerde farklılık göstermişlerdir ki, bunda tek neden çevredir.

Vejetatif gelişen bitkilerde bu durum daha açık olarak ortaya konulabilmektedir. Çevre şartlarının farklılığı bazı özelliklere çok yüksek düzeyde, bazı özelliklere ise çok düşük düzeyde etki etmektedir.

Kantitatif karakterlerde varyasyonda çevre faktörlerinin önemli etkisi bulunmasına karşın, kalitatif karakterlerde varyasyonun asıl kaynağı genotiptir. Çiftlik hayvanlarında ekonomik önem taşıyan özelliklerin (et, süt, yumurta vb) tamamına yakını kantitatif niteliktedir.

Populasyonların farklı çevre şartlarında yetiştirilmeleri ile verim özelliklerinde farklılık oluşabilir. Aynı ırktan hayvandan oluşan iki ayrı populasyonda aynı özellikte, çevreden kaynaklanan önemli farklılıklar değişik ölçütlerde olabilir. Bu durum, her çeşit çevrenin her hayvan sürüsünde aynı etkiyi yapmayacağını gösterir. Bu etkinin her sürüde ayrı ayrı hesaplanması gerekir. Söz konusu etkinin zamanla aynı sürüde dahi değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Fenotipik varyasyonun çevreden kaynaklanan kısmı şu nedenlerden dolayı önemlidir;

1. Çevre koşulları ebeveynden döllere geçen faktörler değildir.
2. Kalıtsal yapıdan kaynaklanan varyasyon çevre koşullarının etkisiyle örtülebilir.
3. Bir hayvanın kendi genetik potansiyeline ulaşması için uygun çevre şartları gereklidir.
4. Çevreden kaynaklanan varyasyon damızlık ve ticari kullanma hayvanlarında etkin bir üretim için hızlı gelişmeler sağlayabilir.

Hayvanların aynı çevrede yetiştirilmeleri mümkün olamayacağı için, çevredeki farklılıkların neler olacağı bilinmelidir. Çevre faktörlerine ait etkilerin ortaya konulmasındaki farklılıklara göre çevre faktörleri sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre çevre faktörleri;

1. Kesikli varyasyon gösteren çevre faktörleri
2. Sürekli varyasyon gösteren çevre faktörleri
3. Hata unsuru olan çevre faktörleridir.

Çevre faktörleri **sistemik ve şansa bağlı** olarak ta sınıflandırılabilir. Kesikli ve sürekli varyasyon gösteren çevre faktörleri sistemik, hata unsuru ise şansa bağlı çevre faktörleri olarak ayrılabilir. Çevre faktörleri **makro, mikro ve sabit çevre** faktörleri olarak ta sınıflandırılabilir. Buna göre 1 ve 2. çevre faktörleri makro, 3. grup mikro çevredir. Sabit çevre ise çok özel durumlar için geçerlidir. Hayvanların bakım dönemlerinde verimlerini aynı ölçüde etkileyerek dönem ortalamaları arasında farklılık yaratır.

3.1. KESİKLİ ÇEVRE FAKTÖRLERİ

Bu gruptaki çevre faktörlerinin değişik durumları birbirlerinden kesin sınırlarla ayrılırlar. Hayvanların birçok özelliklerinde farklılıklar oluşturan cinsiyet normal olarak iki durumlu kesikli bir çevre halidir. Populasyonda kastre edilmiş hayvanlar da varsa cinsiyet faktörünün üç hali ortaya çıkar.

Süt veren hayvanlarda günlük **sağım sayısı** ve **laktasyon sırası** da durumları birbirinden kesin olarak ayrılabilen bir çevre faktörüdür. Bu faktörler arasında geçit durumlar yoktur.

Bir işletmede bir ay aralıklarla kuluçkadan çıkan civcivlerde cinsi olgunluk yaşı bakımından bir farklılık tespit edilmiş ise, burada **çıkış tarihi**, kesikli bir çevre faktörü olarak rol oynamıştır.

Özellikle koyun ve keçilerde **ana yaşı** döllerinin hiç olmazsa belirli bir çağa kadarki canlı ağırlığında etkili olan çevre faktörüdür.

Bu sınıftaki çevre faktörleri populasyonda farklı ortalama değerler gösteren veya ortalamaları farklı olan grupların oluşmasına neden olurlar. Bu, söz konusu faktörlerin her halinin bir grup hayvanı etkilemesinden ve bu gruptaki her hayvanda bir miktar değişiklik meydana getirmesindedir. Bu değişikliğin miktarı o grubun ortalaması ile populasyon ortalaması arasındaki fark ile ölçülür. Buna o halin **etki miktarı** denir.

Örneğin erkek hayvanların üzerinde durulan özelliğe ait ortalaması (X_e) ile, bu özelliğin populasyondaki bütün hayvanlara ait ortalaması (X) arasındaki fark;

$(X_e - X) = C_1$ şeklinde gösterilir ve C_1 erkeklik halinin etkisidir. Bu etki miktarı populasyondaki bütün hayvanlar için aynıdır.

Buna benzer şekilde dişilik etkisi de;

$(X_d - X) = C_2$ şeklinde gösterilebilir.

Eğer populasyonda kastre edilmiş hayvanlar yoksa bu iki halin etkilerinin toplamı sıfırdır. Çünkü bu değerlerin her biri ortalamadan sağma olup, ortalamadan sapmaların toplamı sıfırdır.

$C_1 + C_2 = 0$ olduğundan; buradan C_1 ve C_2 hesaplanabilir.

Eğer populasyonda üçüncü bir grup olarak kastre edilmiş hayvanlar var ise, kastrasyonun etkisi;

$(X_k - X) = C_3$ şeklinde gösterilir.

Bu durumda;

$C_1 + C_2 + C_3 = 0$ olur.

Bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere incelenen her çevre faktörü bir grubun ortalama değerleri arasında varyasyon meydana getirmektedir. Buna göre her faktörün sebep olduğu varyasyonun ölçüsü σ^2_{ara} olup, basit varyans analizi ile bulunabilir. Bunun toplam varyansa oranı ise söz konusu çevre faktörünün **etki payı** olarak ifade edilir ($\sigma^2_{\text{ara}} / \sigma^2_{\text{toplam}}$).

Etki miktarı grup ortalamalarının populasyon ortalamasından sapmalar olarak hesaplanır. Etki payı ise varyans analizi yolu ile (gruplar arası varyansın toplam varyansa oranı) bulunur.

Kesikli çevre faktörü olarak bilinen bazı çevre faktörlerinin etkileri genotipin etkisi ile karışabilmektedir. Bu faktörlerin hayvancılık açısından en önemlileri **yaş, yıl ve işletme** etkileridir.

a. Yaşın etkisi: Bir populasyonda her yaş grubu o populasyondan seçilmiş birer örnek ise genotipik değer bakımından grupların ortalamaları arasındaki farklılık olmaması beklenir. Çünkü her grup ortalaması populasyona ait ortalamanın tarafsız birer tahmini durumundadır. Dolayısıyla belirli bir karakter bakımından yaş gruplarına ait ortalama değerler arasındaki farklılıkta genotipin payı yoktur. Bu farklılık yalnızca yaş faktöründen kaynaklanır.

Fakat genellikle her yaş grubundaki hayvanlar öteki yaş gruplarındakilerden farklı genotiptedirler.

Örneğin bir sığır sürüsünde 10 yaşlı hayvanlar 10 yıl önceki ıslah seviyesindedirler. Bundan sonra sürüde giderek daha ileri ıslah metotları uygulanmış ise (melezleme yapılmış veya döl kontrolüne tabi tutulmuş boğalar kullanılmış ise) daha sonraki yıllarda doğan, dolayısıyla daha genç yaşta olan hayvanlar daha ileri ıslah seviyesine ulaşmış olurlar.

Bu durumda çeşitli yaş gruplarına ait ortalamalar arasındaki farklılıkta yalnız yaş değil, genotipin de payı vardır. Bu payı ayırmak için hayvanların çeşitli yaşlardaki verimleri arasındaki farklılıklardan yararlanır. Çünkü bir hayvanın genotipi doğuşunda ne ise 10 yıl sonra da aynı olacaktır. Bu durumda ise yaş etkisine yıl etkisi karışacaktır. Çünkü her hayvanın yaşı yıl geçtikçe artar veya her yaş ayrı bir yılda oluşur. Yıl etkisini gidermek daha da zordur. Bunun için hayvanları her yıl aynı şartlarda bulundurmak gerekir ki, bu da normal şartlarda imkânsızdır.

Sonuç olarak, kesikli varyasyon gösteren bir çevre faktörü olan yaşın etki miktarı ve payını genotip ve yılın Etilerinden arınmış olarak hesaplayabilmek ancak, uzun süre ıslah seviyesi değişmemiş bir sürüde belirli bir zamanda mevcut çeşitli yaşlardaki hayvanlarda mümkündür.

b. Yılın etkisi: Bir sürüde çeşitli yıllarda tespit edilmiş fenotipik değerlere ait varyasyonda yılların iklim, mer'a, bakım ve besleme bakımlarından farklı oluşunun payı vardır. Bunlar birer çevre olarak varyasyonu kesikli olan yıl faktörünü oluştururlar. Normal idare edilen bir sürüde, bakım besleme şartlarının yıldan yıla iyileşmesi, dolayısıyla yılların belirtilen verime gittikçe daha fazla etki etmesi, yıl faktöründen dolayı ortaya çıkan varyasyonun giderek büyümesi beklenir. Gerek beklenen bu durumun gerçekleşip gerçekleşmediğini anlamak ve gerekse genotipik ıslahın etkinliğini arttırmak için yıllara ait etki payının genotipin etkisinden arındırılmış olarak hesaplanması gerekir. Esasen uzun dönemlerde yıllar arası farklılıkta, yapılan genotipik ıslah çalışmalarının rolü bulunabilir. Dönemler kısa ise (art arda gelen 2-4 yıl gibi) genotipik ıslah çalışmaları (özellikle generasyon aralığının fazla olduğu türlerde) önemli bir farklılık meydana getirmemektedir.

c. İşletme etkisi: Üzerinde çalışılan populasyon farklı işletmelerde yetiştirilen hayvanlardan meydana gelebilir. Bu populasyonda bir verim bakımından belirlenen varyasyonda, işletmelerdeki bakım, besleme ve diğer çevre şartlarındaki farklılığın da etkisi vardır. Dolayısıyla her işletme birbirinden kesin sınırlarla ayrılır. Böylece işletmeler kesikli varyasyona sahip bir çevre faktörü olarak değerlendirilir. Fakat işletmelerde bulunan hayvanlar farklı ıslah seviyelerinde olabilirler. Yeni işletmeler farklı bir ıslah yöntemi kullanmış veya daha önce genotipin ıslahına başlamış olabilirler. Bu nedenle işletmelere ait etkilerde genotipin de payı vardır. Böyle durumlarda işletmelerle ilgili çevre etkilerinin hesaplanması ve verimlerinin standartlaştırılmaya çalışılması çok doğru olmayabilir. Genotipin ıslahı için yapılacak çalışmalarda işletme içi karşılaştırmalar yapılmalıdır. Yani, damızlık hayvan seçiminde aynı işletmedeki hayvanların birbirleri ile karşılaştırılması önerilir.

Ananın özel etkisi (maternal etki): Bu etki de yapısal olarak kesikli varyasyon gösteren bir çevre faktörüdür. Her ana yavrularına doğum önce ve sonrasında kendine özel bir durum sağlar. Doğum sayısı tek olan durumlar için geçerli olmayan bu konu, aynı anda çoğuz gebeliğe sahip olabilen hayvanlar için ortaya konulabilir. Dolayısıyla analar bir grup ferde farklı çevre sağlayarak varyasyon ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Bu etki bir batında birden fazla doğum yapan tavşan, domuz gibi hayvanlarla, belirli bir dönemdeki yumurtaları kuluçkaya konulan tavuklar için söz konusu olabilmektedir. Bu hayvanlarda bir dönemde (veya bir generasyonda) meydana gelen döller analarına göre gruplandırılabilir. Bu grupların üzerinde durulan özelliğe ait ortalamaları populasyon (generasyon) ortalamasından önemli sapmalar gösteriyorsa ananın özel etkisinden söz edilebilir. Özel analık etkisi kesikli bir çevre faktörü olarak (c^2) hesaplanabilir. Ancak anaların çok fazla olması durumunda bu etkinin her bir ana için ortaya konularak hesaplanmasında ancak bilgisayar programları kullanılabilir. Ayrıca bu etki içerisinde sadece ananın sağladığı özel şartlar değil, ananın genotipik yapısı da karışabilmektedir.

3.2. SÜREKLİ ÇEVRE FAKTÖRLERİ

Bu çevre faktörlerinin sonsuz sayıda halleri bulunabilir. Bu haller sürekli varyasyon gösterir ve rakamla ifade edilirler. Ayrıca bu hallerin etkileri gruplarda değil hayvanlarda tek tek görülür. Sürekli varyasyon gösteren çevre faktörlerinde etkiler iki şekilde ifade edilirler. Birincisi **etki miktarı** olup **regresyon katsayısı** ile, ikincisi **etki payı** olup **determinasyon (belirleme) katsayısı** ile ölçülür. Regresyon katsayısı, bağımsız değişkenin bir ölçü birimi değişmesine karşılık bağımlı değişkende meydana gelmesi beklenen değişimin miktarıdır. Belirleme katsayısı ise, bağımlı değişkende ortaya çıkan varyasyonda bağımsız değişkenin çeşitli hallerinden ileri gelen kısmıdır. Başka bir deyişle, bağımsız değişkenin bağımlı değişkende meydana getirdiği varyasyonun nispi miktarıdır.

Çiftlik hayvanlarında sürekli varyasyon gösteren çevre faktörlerinden daha fazla dikkate alınanları ve etkileri hesaplanabilenleri şunlardır;

a. Ananın cüssesi: Ağır yapılı analardan doğan yavruların daha ağır olmaları, dolayısıyla doğum ağırlığını etkilemeleri ile ortaya çıkmaktadır.

b. İçilen süt (emme) miktarı ve süresi: Özellikle koyun ve keçilerde ve kısmen de sığırlarda süttten kesim süresi ile ilişkili olarak ortaya çıkan bir varyasyon kaynağıdır. Aynı günde doğmamalarına rağmen özellikle küçükbaş hayvanlarda aynı günde süttten kesme gibi bir sürü yönetimi uygulanabilir. Bu, bazı hayvanlara daha fazla süt alma imkanı verilmesi demektir ve gelişmeleri de diğerlerinden farklı olabilir. Böylece, sürekli bir varyasyon yaratılmış olunur.

c. Doğum ağırlığı: Doğum ağırlığının (kanatlılarda çıkış ağırlığı) hayvanların belirli bir döneme kadarki canlı ağırlıkları üzerinde etkisi bulunmaktadır.

d. Süttten kesim ağırlığı ve değişik dönem canlı ağırlıkları: Sığır, koyun, tavşan gibi hayvanlarda süttten kesim ağırlığı ile diğer dönemlerdeki canlı ağırlıkların sonraki ağırlıklar ile ilişkisi nedeniyle bu etkiler sürekli varyasyon kaynağı olarak hesaplanabilmektedir.

e. Kuruda kalma süresi ve aşım açık günler: Kuruda kalma önceki laktasyonun bitimi ile yeni laktasyonun başlaması arasındaki süre olup, bu çiftleştirme programları kadar hayvanların bireysel özelliklerinden de kaynaklanan bir varyasyon yaratır. Bu faktörün etkisi sonraki laktasyon süt verimi üzerinde görülür.

f. Yem miktarı: Özellikle besi dönemindeki hayvanlarda yem tüketimi bireysel olarak hesaplandığında yem tüketimi ile elde edilen canlı ağırlıklar bakımından sürekli bir varyasyon ölçülebilir.

g. Işıklandırma süresi: Bir çevre faktörü olarak yumurta tavuklarında cinsel olgunluk yaşına ulaşma ve yumurta verimini, etlik piliçlerde ise gelişme üzerine etkili olmaktadır. Eğer aydınlatma süresi 8, 10 saat gibi eşit sürelerin karşılaştırılacağı şekilde olursa, bu etki kesikli çevre etkisine dönüşür.

Varyasyonları sürekli olan çevre faktörleri içerisinde sayılanlardan bazıları diğerleri tarafından etkilenmektedir. Örneğin süten kesim ağırlığında, doğum ağırlığının ve içilen süt miktarının etkileri bulunur. Böyle durumlarda etkileri hesaplanmak istenilen faktörün kendisini etkileyen diğer faktörlerden bağımsızlaştırılması gerekir. Bu örnekte doğum ağırlığının süten kesim ağırlığına bağımsız etkisini hesaplayabilmek için aynı ağırlıkta doğan, aynı miktar ve sürede süt emen aynı cinsiyetteki buzağularla çalışılmalıdır. Ancak birçok faktör açısından bu durumda iki hayvan bile bulmak imkânsız olabilir. Dolayısıyla her faktöre göre kısmi regresyon katsayıları ile determinasyon katsayıları hesaplanarak bu güçlük aşılmaktadır.

3.3. HATA UNSURU OLARAK DEĞERLENDİRİLEN ÇEVRE FAKTÖRLERİ

Aynı çevre şartlarına maruz kalan bütün hayvanlar, üzerinde durulan özellikler bakımından aynı değerleri göstermezler. Örneğin aynı yaştaki koyunların erkek kuzuları hep aynı doğum ağırlığına sahip olmazlar. Her ne kadar bunlar birbirlerine başka yaşlardaki anaların erkek kuzularına olduğundan daha yakın değerler gösterirlerse de, aralarında yine de bir miktar fark bulunur. Bu fark, doğum ağırlığına cinsiyet ve ana yaşından başka faktörlerin de etki yaptığına işarettir. Bu faktörlerden akla gelen ilki anaların cüssesidir, zira aynı yaştaki anaların cüsselerinin aynı olması gerekmez. Bu faktör de elimine edilse bile, hala doğum ağırlıkları bakımından farklılıklar görülebilir. Geri kalan bu farklılığın birer birer tanımlanması mümkün olmadığından, etkileri hesaplanıp giderilemez. Bu yüzden farklılığa etki eden bu faktörlerin tamamı **“hata unsurları”** olarak ele alınmaktadır. Bu faktör, etkileri incelenenlerden başka sebeplerin etkili olduğu varyasyon olarak tanımlanır. Başka bir deyişle; herhangi bir özellik bakımından belirlenen ve ölçülen varyasyondan, bunda rol oynadıkları bilinen

faktörlere ait paylar çıkarıldıktan sonra geriye kalan kısım “hata” dır.

Herhangi bir özellikte belirlenemeyen faktörlerden ileri gelen sapmalar (etkiler) **e** ile gösterilir. Bu hata faktörlerinin toplamı sıfırdır ve normal dağılış gösterirler, yani dağılımları çan eğrisi şeklindedir. Tanımlanamayan, belirli faktörlere atfedilemeyen farklılığa “**Tesadüfi Farklılık**” denilmektedir. Bu hatayı ortaya çıkaran çevre faktörleri ise “**Tesadüfi çevre faktörleri**” olarak adlandırılmaktadır.

3.4. SABİT ÇEVRE

Bir hayvanın belirli bir verime ait çeşitli dönemlerde gösterdiği değerler arasındaki farklılıkta dönemden döneme değişen (geçici) faktörlerin rolü vardır.

Bir tavşanın bir batında verdiği döllerin sayıları, bir tavuğun aydan aya verdiği yumurta sayıları, bir ineğin çeşitli laktasyonlarında verdiği süt ve yağ miktarları arasında bakım ve beslemenin, tespit ve kayıt işlemlerinin dönemden döneme değişmesinin farklılık yaratması kesindir. Bu faktörler dönemlere bağlı olmadıklarından (dönemden döneme tesadüfi olarak değiştiklerinden bir dönemde olumlu bir dönemde olumsuz etki yapabileceklerinden) dönem verimlerinin ortalamasında önemlerini kaybederler. Dönem sayısı arttıkça yani ortalama daha fazla gözleme dayandıkça bu durum daha da geçerli olur.

Populasyondaki her hayvan için hesaplanan bu ortalamalar arasındaki farklılıkta ise başka nitelikte çevre faktörlerinin etkisi olabilir. Bunlara **Sabit Çevre Faktörleri** denir. Bu faktörler, bir hayvanın bütün dönemlerdeki verimlerini aynı ölçüde sabit olarak etkileyen, böylece dönemler ortalamasını diğer hayvanların ortalamasından farklılaştırmaya yardım eden çevre faktörleridir. Hayvandan hayvana değişen bu faktörler, yine hayvandan hayvana değişen genotiple birlikte, hayat boyunca her hayvandan elde edilecek potansiyel verimi tayin ederler. Buna hayvan ıslahında **Gerçek Verim Kabiliyeti** (Real Producing Ability) denir.

Sabit çevre faktörlerinin etkisi aynı yönde çalışan genotipin etkisinden ayrı olarak hesaplanmaktadır. Ancak ikisini birden kapsayan bir **Tekrarlanma Derecesi** veya **Tekrarlanma Katsayısı** (Repeatability) geliştirilmiştir. Bu bir populasyondaki hayvanların çeşitli dönemlere ait ortalamaları arasındaki varyansın, toplama varyansa göre nispi miktarıdır.

$$r = \frac{V(S)}{V(S) + V(M)}$$

Burada $V(S)$ hayvanlara ait dönemlerin ortalamaları arası varyans olup sabit çevre faktörlerinin etkisini ifade eder $V(M)$ aynı hayvanların çeşitli dönemlerdeki verimleri arası varyans olup esasen geçici çevre faktörlerinden kaynaklanır

Bu yönden tarif edilirse tekrarlanma katsayısını çeşitli dönemlerdeki verimler arası benzerlik derecesi denilebilir. Bu r değeri tamamen Grup içi korelasyon katsayısına karşılık gelir. Burada her hayvanın dönemlerine ait verimler bir grup olarak alınmakta ve her grup içindeki verimler arası korelasyon katsayısı (Benzerlik derecesi) hesaplanmaktadır.

Sabit çevre faktörüne örnek olarak bir sürüdeki düvelerden bazılarının bir kısmında memenin, ilk laktasyondan önce değişik oranlarda arızalanması örnek verilebilir. Bu durum söz konusu düvelerin hayatları boyunca, bütün laktasyon dönemlerinde, normal düvelerden daha düşük, birbirlerinden de zarar seviyesine göre farklı düzeyde süt vermelerine, $V(S)$ 'in artmasına neden olur. İneklerin ahırda daima aynı bakıcı tarafından sağılıp bakılması, hayvanların her dönemdeki verimleri arasındaki benzerliği artırıcı işlemler sabit çevre olarak kabul edilirler. r
