

**BÖLÜM BİR****GİRİŞ****I.1- Genetiğin Tanımı ve Kapsamı**

Genetiğin konusu canlılar arasındaki benzerlik ve farklılıklardır. Aynı ebeveynden gelen canlılar birbirlerine ve ebeveynlerine, gelişmelerinin çeşitli dönemlerinde ortaya çıkan bazı özellikler bakımından az ya da çok benzerler, bazı özellikler bakımından ise farklıdır. Genetik, bu benzerlik ve farklılıkların sebeplerini açıklamaya çalışan bir bilimdir.

Müşterek cede sahip bireylerin ebeveynlerine ve birbirlerine, başkalarına benzediklerinden daha çok benzedikleri, hiç tahsili olmayan kimselerin de malumudur. Akrabaların bu benzerliğine **Kalıtım** adı verilir. Attan at, koyundan koyun, elmadan elma, buğdaydan buğday olduğu bilinir. Burada, tür seviyesinde müşterek cede sahip bireylerin akrabalığı söz konusudur. Atlar birbirlerine, koyunlara benzediklerinden daha çok benzerler.

Akrabaların benzerliği, bir tür içinde de söz konusudur. Aynı ana babadan olan atlar birbirlerine, renk, vücut şekli ve genel görünüş bakımından, başka atlara benzediklerinden daha çok benzerler.

Öte yandan, iki birey arasındaki akrabalık ne kadar yakın olursa olsun, bunlar arasında tam bir benzerlikten bahsedilemez. Aralarında, başkasıyla olduğundan daha az da olsa bir takım farklar vardır. Tek yumurta ikizleri arasında bile bazı farklılıkların olduğu, onları yakından tanıyanlar tarafından bilinir. Müşterek cede sahip bireyler arasında görülen bu farklılıklara **Varyasyon** denilir.

Aslında, insanoğlunun, benzerlik ve farklılıklara gösterdiği alâka, genetik ilminin doğuşundan çok öncedir ve bitki ve hayvan yetiştiriciliği ile birlikte yani on bin yıl kadar önce başlamıştır. Çünkü yetiştiriciler, kendilerine en çok yarayacak bireyleri damızlık olarak tutmak (seleksiyon) ve böylece ertesı generasyonlarda bu bireylerin döllerini artırmak zorunda olduklarını kısa zamanda öğrenmişlerdi. Ancak üstün bireylerin döllerinin de üstün olabildiğini bu kadar eskiden öğrenen insanlık, bunun sebebini çok daha yenilerde öğrenmeye başladı.

Bu başlangıç, yani modern genetiğin bir bilim dalı olarak doğuşu, bundan 150 yıl kadar önce, Mendel'in yaptığı çalışmalarla olmuştur. Mendel, ebeveynle döleri arasındaki benzerlik ve farklılıkların, bugün **gen** dediğimiz ve tanımını biraz aşağıda yapacağımız kalıtım faktörlerinin, ebeveynden döle geçiş mekanizması ile açıklanabileceğini göstermiştir. Bugün artık, bakteri, mantar, bitki ve hayvan türlerinde, genlerin ebeveynden döle geçişinin ve etkilerini göstermesinin bu mekanizmaya göre olduğu bilinmektedir. Kalıtım ve varyasyonla ilgili olaylar, genlerin geçiş ve aktivitelerindeki bu mekanik düzenin bir sonucudur.

Canlılar âleminde gözlemlenen çeşitlilik, her seviyeden benzerlik ve farklılıklar, genlerin de yapı ve taşıdıkları bilgi bakımından çeşitliliğini gerektirir. Çünkü canlıların sahip olduğu çeşitli özellikler genlerin taşıdığı bilgilerle belirlenmektedir. Bu özelliklerin her birisi bakımından benzerlik ve farklılıklar, aynı populasyon içindeki bireyler arasında araştırıldığı gibi, populasyonlar arasında da araştırılmaktadır. Gerek populasyonlar arasındaki, gerekse bir populasyonun generasyonları arasındaki benzerlik ve farklılıklar, genetiğin bir kolu olan **Populasyon Genetiği**'nin konularıdır. Çeşitli büyüklüklerdeki taksonomik gruplar arasında söz konusu olan benzerlik ve farklılıkları ve bunların sebeplerini araştıran **Evolüsyon (Evrım)** bilimi, populasyon genetiğinin metot ve bulgularını geniş bir şekilde kullanır.

Genler uygun şartlar altında kendilerinin kopyalarını yapma (replikasyon) yeteneğine sahiptirler. Hayatın nesilden nesile sürekliliğini sağlayan bu yetenek sayesinde ebeveynlerden dölle cinsiyet hücreleri (gametler) yolu ile geçen bu kopyalar sahibine yapı ve biyolojik faaliyetlerle ilgili bilgi verir. Ebeveynle dölü arasındaki benzerlik ve farklılıkların önemli bir amili işte bu bilgilerdir. O halde bu bilgilerin taşıyıcısı olan genlerin maddi yapılarını belirlemeye çalışmak, fiziki ve kimyevi özelliklerini araştırmak, kendi kopyasını nasıl yaptığını ve generasyondan generasyona geçiş mekanizmasının kurallarını incelemek Genetik ilminin konuları arasındadır. Genlerin, etkilerinin, yapı ve faaliyetle ilgili özellikler olarak tezahür etmesinde ve döllenmiş yumurta hücresinden, hepsi de aynı genlerin kopyalarına sahip, ama yapıca ve fonksiyonca farklılaşmış birçok hücreden oluşmuş bir organizmanın meydana gelmesinde oynadıkları rolü açıklamak da Genetiğin uğraştığı işler arasındadır; genetiğin bu dalına **Gelişme Genetiği** denilmektedir.

Genlerin, kromozomlar halinde paketlenmiş büyük **DNA** (Deoksiribo Nükleik Asit) moleküllerinin segmentleri olduğu bugün bilinmektedir. DNA'nın kimyasal yapısını ve kendini kopyalama fonksiyonunu açıklayan Watson ve Crick (1957)'den itibaren büyük bir ivme kazanan moleküler çalışmalar, Genetik bilimi içinde **Moleküler Genetik** denilen bir alt disiplini oluşturmuştur. Moleküler Genetik, genlerin DNA segmentleri olarak organizasyonunu, DNA'nın yapısını ve fonksiyonlarını, DNA'daki enformasyonun çekirdek dışına nasıl taşındığını, çekirdek dışındaki DNA ve RNA elementlerinin özelliklerini ve fonksiyonlarını çalışır. Çekirdek içinde kromozomlar halinde paketlenmiş DNA segmentleri olarak nitelediğimiz genlerden sitoplazmaya bilgi taşıyan mRNA ve bu bilgilerden yararlanarak protein sentezini yapan rRNA ve tRNA ve bunların dışında çeşitli RNA'lar da moleküler genetiğin konuları arasındadır.

Çekirdek DNA'sı yanında, sitoplazmada bulunan kloroplast ve mitokondri gibi organcıklarda bulunan DNA'nın da bazı özellikler üzerinde etkili olduğu bugün bilinmektedir. Bu gibi sitoplazmik unsurların genetik yapısı ve kalıtımdaki rolü gibi fonksiyonları ile ilgili çalışmalar **Organel Genetiği** denilen bir alt disiplini oluşturmuştur.

DNA molekülünün ambalajlanmış hali olarak algılanabilen kromozomların, şekil, sayı ve büyüklük bakımından çalışılması, türler arasında, aynı tür içinde farklı gruplar arasında

bu özellikler bakımından kromozomların mukayesesi Genetiğin, **Sitogenetik** denilen bir alt dalının konusu olmuştur. Türlerin kromozom sayıları ve bu kromozomların bölünmenin metafaz safhasında boyanmış görüntülerdeki şekilleri sabit olup, bölünmenin bu döneminde hazırlanan preparatlarda kromozomların mikroskoptaki görünüşlerine **Karyotip** denir.

Nihayet, Genetiğin kapsamı içinde belirtilmesi gereken diğer bir husus, canlılar âleminde genetik yapı bakımından görülen varyasyonun sebepleridir. Genlerin yapılarında meydana gelen değişmeler bazen tamir edilememekte ve kalıcı olmaktadır. **Mutasyon** denilen bu kalıcı değişmelerin nasıl olduğu ve sonuçlarının ne olduğu da, bu varyasyonun başlıca kaynağı olarak, genetiğin önemli bir çalışma alanını oluşturmaktadır. Genetiğin mutasyonla ilgilenen alt disiplinine **Mutasyon Genetiği** de denmektedir.

İki veya daha fazla özelliğin ebeveynde görülmeyen ancak döllerde ortaya çıkan kombinasyonlarına, rekombinasyonlar (yeni kombinasyonlar) denilir. Genetiğin rekombinasyonların ortaya çıkma mekanizmalarını inceleyen ve bundan yararlanma yollarını araştıran alt bilim dalına da **Rekombinasyon Genetiği** adı verilir.

Genetik kavramının kullanıldığı durumların birisi de, bir türün genetik yapısıyla ilgili olarak ve/veya canlıların bir bölümüne veya bazen tamamına genellenebilecek bazı genetik hususiyetleri anlamak üzere **model organizmalarla** yapılan çalışmaların oluşturduğu disiplinlerin de o canlının ismiyle anılmasıdır. Bezelye Genetiği, Sirke Sineği (*Drosophila*) Genetiği, Buğday Genetiği, Koyun Genetiği, Fare Genetiği, İnsan Genetiği, Bildircin Genetiği, *Tribolium* Genetiği, *Neurospora crassa* Genetiği, *Arabidopsis thaliana* Genetiği, *Echerichia coli* Genetiği gibi...

## 1.2- Genotip ve Çevrenin Etkileri

Kalıtım ve varyasyon, canlıların bir şekilde belirlenebilen bütün özellikleri için söz konusudur. Bunların tümü için **Fenotip** deyimini kullanılır. **Bir canlının fenotipi, onun tespit edilebilen halini ifade eder.** Yani, genetiğin çalışma alanı, fenotipik benzerlik ve farklılıklardır. Ele alınan canlının, belirlenebilen bütün özelliklerinin birden değil, önce teker teker, sonra ikişerli, üçerli kombinasyonlar halinde gözlenmeleri, Mendel'den itibaren, Genetik çalışmalarda dikkat edilen çok faydalı bir husus olmuştur. Buna göre de **fenotip** deyimini, eski alışkanlıkların tersine, **canlının** tüm görünüş tipi için değil **münferit özellikleri ve bunların ele alınan kombinasyonları için belirlenebilen hali** olarak tanımlamak gerekir: Saç rengi bakımından fenotip, dane şekli ve bodurluk bakımından fenotip, ibik şekli bakımından fenotip, vücut ağırlığı ve yumurta verimi bakımından fenotip, başak uzunluğu bakımından fenotip, başak uzunluğu, başakta dane sayısı ve ham protein oranı bakımından fenotip gibi. Meselâ, göz rengi bir özelliktir. Göz rengi bakımından fenotip, canlının belirlenen göz rengi halidir; insanda yeşil gözlü, kara gözlü, kahverengi gözlü veya elâ gözlü olmak gibi. Süt verimi bir özelliktir. Bir laktasyon döneminde bir ineğin 4000 lt süt verdiği belirlenmişse o ineğin süt verim özelliği bakımından fenotipi “bir laktasyon döneminde 4000 lt süt” şeklinde ifade edilir.

Bir organizmanın üzerinde durulan özellikler bakımından sahip olduğu genler topluluğuna **Genotip** denilir. Aynı gen setine sahip iki canlı, aynı genotipe sahiptir; üzerinde durulan özellikler bakımından aynı hale sahip iki canlı ise aynı fenotiptedir. Genotip deyimini de, fenotip gibi, ele alınan münferit özellikler ve bunların kombinasyonları için kullanılmalıdır. Göz rengi bakımından genotip, bireyin sahip olduğu genlerden göz rengini kontrol eden kısmını ifade eden bir deyimdir. Canlıların fenotipik farklılıklarında genotiplerinin farklı olmasının rolü acaba ne kadardır? Bu soruya verilebilecek iki uç cevap, aşağıdaki örneklerden sonra iyi anlaşılacaktır.

Bir tarlada yan yana yetişen bir buğdayla bir çavdar, aynı çevreyi paylaştıkları halde, birisi buğday danesinden buğday bitkisi, diğeri çavdar danesinden çavdar bitkisi olarak gelişmektedir. Açıktır ki, bu iki tohum, çevrelerindeki aynı cansız materyali kullandıkları halde, birinin buğday, diğerrinin çavdar olarak gelişmesini sağlayan farklı bilgilere sahiptir. Kuluçkaya yatan bir tavuğun altına konan bir ördek yumurtasından, diğerrleri ile aynı çevreyi paylaştıkları halde, ördek civcivi çıkar.

Farklı türler için verilen bu örnekler, aynı tür içindeki değişik formlar için de verilebilir. Kılçıklı ve kılçıksız iki ayrı çeşitten tohumların ekildiği bir buğday tarlasında, aynı çevre imkânlarını kullandıkları halde, kılçıklı çeşitten tohumlardan çıkan bitkiler kılçıklı, kılçıksız çeşitten tohumlardan çıkan bitkiler kılçıksız olur. Benzer çevre şartlarında yetiştikleri halde bitkiler arasında kılçıklı oluş bakımından gözlenen bu fenotipik farklılıklar, genotiplerindeki farklılıktan dolayı, yani sahip oldukları genlerin farklı olmasından dolayı ortaya çıkmıştır.

Bu örneklerde genlerin etkisi vurgulanmaktadır. **Çevre, adeta bir ev için gerekli sabit materyal, genotip ise bu materyalin nasıl kullanılacağını belirleyen mimari plandır** (Griffith ve ark., 2008). Tavuklarda ibik şekli bakımından görülen farklılıklarda da tamamen genotipin rolü vardır. İbik şekli değişik olan hayvanlar, ebeveynlerinden ibik şeklini kontrol eden farklı genleri almışlardır. Bunlar aynı bakım ve beslenme şartlarında yetişseler dahi ibik şekli bakımından farklılıkları devam eder.

Ne var ki, tabiatla karşılaşılan her fenotipik farklılığı bu modelle izah etmek mümkün değildir. Mesela, monozigotik, yani tek yumurta ikizi olan iki kardeş arasında, bunlar aynı genlere sahip oldukları halde, bir takım fenotipik farklılıklar vardır. Ekstrem bir hal olarak, kardeşler doğumdan itibaren çok farklı kültürlerde büyütülürlerse, aralarında, farklı diller konuşmak, farklı tavır ve davranışlar göstermek gibi temel yapı farklılıkları ortaya çıkar. Böyle bir farklılıkta genlerin değil, çevrenin mutlak etkisi söz konusudur.

Aseksüel olarak (çelik, tomurcuk, yumru, daldırma gibi yollarla) bir anaçtan çoğaltılan bitkilerin hepsi aynı genotiptedirler. Bunlara klon denir. Aynı klona mensup şahıslar aynı çevre şartlarında gelişirlerse birbirlerine çok benzerler; değişik iklim ve toprak şartlarında gelişmeleri halinde ise bunlar, ayrı klonlara mensup bitkiler kadar farklı olabilirler.

Bütün bu misallerden anlaşılması olacağı gibi, çevrenin etkisini araştırmak için, aynı genotipte olduğu bilinen çok sayıda bireyi farklı çevrelerde yetiştirmek gerekmektedir. Bu maksatla kendileme ile çoğalan bitkilerin safhatları, *Drosophila*, *Tribolium*, beyaz fare,

Japon bildircını gibi laboratuvar hayvanlarında ise her generasyon akrabaların çiftleşmesiyle elde edilen ve akrabalı yetişmiş denilen stoklar kullanılır. *Drosophila* ile yapılan çalışmalarda, bu şekilde elde edilmiş hepsi de aynı genotipte olan normal göz büyüklüğüne sahip yabancı tipler farklı sıcaklıklarda yetiştirildiği vakit, farklı sayıda petek göze sahip olmaktadır. *Achillae* bitkisinden bir safhat, yüksek ekolojilerde ortalama 20–25 cm, orta yüksekliklerde 35–40 cm, alçaklarda ise 50 cm dolaylarında boylanmaktadır.

Topluca çevre şartları olarak tanımlanan gen dışındaki etkiler, genler tarafından meydana getirilen fenotiplerin aynını oluşturabilmektedir. Mesela tavuklarda kuyruk çıkıntısının olmayışı bir gene bağlıdır. Fakat bu geni taşımayan döller yumurtalar, yüksek karbondioksitli bir ortamda kuluçkaya konduklarında elde edilen döllerin birçoğunda kuyruk çıkıntısı teşekkül etmemektedir. Bunlara **Fenokopya "Phenocopy"** denir.

Bu tip dış etkilerle meydana gelen farklı fenotipler, döllerde kaybolur. Mesela Himalaya tavşanında vücut beyaz, kulak, ayak ve kuyruk uçları siyahtır. Ancak, vücudun beyaz kısmından biraz tüy yolunur ve hayvan soğukta bırakılırsa buradan siyah tüyler çıkar. Keza, biraz siyah tüy yolunur ve bu kısım bantla sarılarak sıcak tutulursa buradan da beyaz tüy çıkar. Tüy renkleri bu şekilde dış etkilerle değiştirilmiş hayvanların döllerine ise yine tipik Himalaya renk kompozisyonu göstermektedir. Aynı genotipli bireylerde sadece çevre şartlarının meydana getirdiği farklılıklara **modifikasyon** denir.

Sun-red mısır varyetesinde, daneler güneş görmeyen kısımlarda beyaz, güneş gören kısımlarda kırmızı olmaktadır. Güneş ışığının etkisiyle meydana gelen bu farklılık da bir modifikasyondur. Gerek beyaz, gerekse kırmızı daneler normal şartlarda ekildiğinde çıkan bitkilerde, dane rengi bakımından hiçbir farklılık görülmez. Yani, çevre şartlarının sebep olduğu fenotipik farklılıklar, modifikasyonlar kalıtsal değildir. Ancak, biraz sonra tartışılacağı gibi, kalıtsal olan, farklı genotiplerin çevre şartlarına reaksiyon bakımından gösterdiği farklılıklardır.

Buraya kadar anlatılanlar ve misaller, fenotipin oluşmasında ya sadece genotipin, ya da sadece çevrenin rolünü göstermiştir. Oysa gerçek durum, bu iki zıt durumun arasındadır; herhangi iki organizma arasındaki farklılık, genellikle, bunların hem genlerinin, hem de gelişmeleri boyunca maruz kaldıkları çevre etkilerinin farklı olmasından ileri gelir. Burada fenotip ve genotip arasındaki ilişkiyi iyi anlamak gerekmektedir. Canlının genotipi, onun sabit bir karakteridir; oysa fenotipi, gelişme süresi boyunca maruz kaldığı çevre şartlarına bağlı olarak sürekli değişme gösterebilir. Genotipin sabit olması, fenotipin de sabit olmasını gerektirmez.

Bazı özellikler için, belirli bir genotipin, çevrenin etkisine göre, Sun-red mısır varyetesinde olduğu gibi, çeşitli fenotipler sergilemesi mümkün olmaktadır. Benzer bir durum sirke sineğinde (*Drosophila*'da) yapılan çalışmalarda da gözlenmiştir. Sirke sineği türlerinde gözdeki petek sayısı bakımından yabancı genotiple çubuk göz genotipi arasında bir farklılık vardır. Buna karşılık aynı genotipte olan bireyler arasında da farklı çevre şartlarına (sıcaklıklara) maruz kalmaktan kaynaklanan bir farklılık vardır. Fakat yabancı genotipli

*Drosophila* sineklerinin petek göz sayısı, çubuk göz genotipinde olanlardan daima daha fazladır. Buna karşılık, birçok özellik için de, bir genotipin her çeşit çevrede aynı çeşit fenotipi göstermesi söz konusudur. Genellikle fenotiplerin kesikli varyasyon gösterdiği **kalitatif özelliklerde** bir genotipten bir fenotip oluşur.

Buna karşılık fenotiplerin sürekli varyasyon gösterdiği **kantitatif özelliklerde**, içinde bulunulan çevreye bağlı olmak üzere, bir genotipten birçok fenotip oluşur. Bununla birlikte, tekrar belirtmek gerekir ki, sun-red mısır varyetesinde ve petek göz sayısı bakımından aynı genotipli *Drosophila* sineklerinde olduğu gibi, istisna da olsa bazı kalitatif karakterler için de, belirli bir genotipin farklı çevrelere farklı reaksiyonlar göstermesi, mümkün olabilmektedir.

Genetik, belirli bir ekoloji içinde, bir genotipe bir fenotip söz konusu olan özelliklerin varyasyonunu inceleyerek gelişmiştir. Böyle özellikler bakımından görülen fenotipik farklar, istisnalar dışında genotipiktir. Kantitatif karakterlerin kalıtımı ise, daha sonraları çalışılmaya başlanmış ve Genetiğin **Kantitatif Genetik** dalı bu çalışmalarla ortaya çıkmıştır. Kantitatif özellikler bakımından bir populasyon içindeki bireyler arasında gözlenen farklılıkların, genotiplerindeki farklılığa atfedilip atfedilemeyeceği ve bunun derecesi, ancak belirli yollarla yapılan deneylerden elde edilen rakamların uygun istatistik metotlarla işlenmeleri suretiyle tahmin edilebilir.

Demek oluyor ki, herhangi bir özelliğin şu veya bu şekilde görülmesinde, başka bir ifadeyle canlıların herhangi bir özellik bakımından farklı hallere (fenotipik değerlere) sahip olmalarında, genotiplerinin ve içinde yetiştikleri çevre şartlarının rolleri vardır. Verilen misallerden anlaşılmış olacağı gibi, bazen etkenlerden birisinin rolü, diğerinden çok fazla hatta mutlak olabilir. Ancak tabiatla birçok özellik ve bilhassa rakamlarla ifade olunanlar (kantitatif olanlar) bakımından ortaya çıkan farklılıklarda ne çevrenin ne de genotipin etkisi mutlaktır. Tersine her iki amilin etkileri belirli oranlardadır. Özel istatistik metotlarla hesaplanabilen bu oranlar, değişik özelliklerde ve değişik populasyonlarda başka başka bulunabilmektedir. Düzgüneş, Çifteler ve Sultansuyu Haralarındaki Arap atlarında gebelik süresi bakımından belirlenen farklılığın ancak %14'ünün, hayvanların ebeveynlerinden farklı genler almış olmalarından, yani genotip farklılıktan ileri geldiğini hesaplamıştır. Kaliforniya'daki bir çiftlikte ise yine bir Arap atı populasyonunda bu oran %33,6 bulunmuştur. Gözlenen fenotipik farklılığın ne kadarının genotipik farklılıktan kaynaklandığını gösteren bu oranlara, **kalıtım derecesi**<sup>1</sup> denmektedir.

Kültür bitkilerinin ve çiftlik hayvanlarının ıslahında, üzerinde durulan verim özelliği (dane, lif, yağ nispeti, süt, yumurta, yüzde şeker vs.) bakımından diğerlerinden üstün olan bireyler, bu üstünlük genotipik sebeplerden ileri geliyorsa, bir kıymet taşırlar. Zira ancak böyle bir üstünlük, bahis konusu çiftlikte mevcut yetişme şartlarında ileriki döllerde de kendini gösterir. Yani, fenotipik bir üstünlüğün genotipten kaynaklanan kadarı, yani tanımından da anlaşılmış olacağı gibi, kalıtım derecesi kadarı, döllerde de kendini gösterir.

<sup>1</sup> Kalıtım derecesi sözü, Orhan Düzgüneş tarafından İngilizce **heritability** sözünün karşılığı olarak Türkçeye kazandırılmış olup **h<sup>2</sup>** ile gösterilir.

İşte bu sebepten tarımsal üretimle uğraşanlar, gözledikleri farklılıklarda, genotipin ve çevre şartlarının etki derecelerini bilmek zorundadırlar. Çünkü üstün fenotipli bireyleri damızlık olarak seçerek gelecek generasyon döllerini de üstün fenotipli olarak yetiştirmek isteyen üretici, seçilen damızlıkların fenotipik üstünlüklerinin tamamının döle geçmediğini, genotipik üstünlük kadarının döle geçtiğini, yani kalıtsal olduğunu bilir. Üretici, Genetik ilmi var olmadan önce de bunu biliyordu. Hayvan ve bitki ıslahı çalışmalarında üstün fenotiplilerin damızlık olarak seçilmesine **sunî seleksiyon**, bunların ortalamasının populasyon ortalamasından farkına **Seleksiyon Üstünlüğü** (genellikle **i** harfiyle gösterilir), döllerinin ortalamasının bir önceki generasyon ortalamasından üstünlüğüne de **Genetik İlerleme** (bu da genellikle  $\Delta G$  ile gösterilir) denilir. Bütün bu anlatılanların formülle ifadesi şöyle olur:

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

Yani seçilenlerin fenotipik üstünlüğünün ( $i$ ), kalıtım derecesi kadarı ( $h^2$ ) kadarı genotipik ilerleme olup döllere geçer.

**Misal:1.1-** Japon Bildircinlarıyla yapılan bir denemede 5. hafta canlı ağırlığına ilişkin populasyon ortalaması 105 gr olarak hesaplanmıştır. Bunlardan damızlık olarak seçilenlerin ortalaması 120 gr olup, rastgele çiftleşme sonunda verdikleri döllerin ortalaması 107 gr bulunmuştur. Söz konusu populasyonda canlı ağırlığına ilişkin kalıtım derecesi,

$$i = 120 - 105 = 15, \Delta G = 107 - 105 = 2$$

olduğuna göre

$$\Delta G = h^2 \cdot i \text{ olduğundan}$$

$$h^2 = \Delta G / i = 2 / 15 \approx 0.13 \text{ bulunur.}$$

Batıda, bitki ve hayvan ıslahında istenen fenotipli bireylerin sayısını çoğaltma niyetiyle yapılan seleksiyon ve melezleme gibi yollarla, gelecek generasyonların genetik yapısını iyileştirme çalışmalarını insan populasyonlarında da uygulayarak daha üstün nitelikte nesiller yetiştirme çalışmaları düşünüldü. Bu düşünceler çok şükür ki tasavvur olarak kaldı. Bu, insan nesilleri ıslah etme işine, teşebbüs edilmese de, **Eugenics** denilmektedir.

Bu kitabı okuyanların anlaması gereken önemli bir husus, "kalıtsallık" kavramıdır. Herhangi bir özellik için bireyler arasındaki farkın kalıtsal olup olmamasından veya bu farkın ne kadarının kalıtsal olduğundan bahsedilebilir. Zira canlılarda kalıtımla ilgisi olmayan bir özellik yoktur. Ayrıca yeni canlıya ebeveyninden geçen sade eşey hücreleridir ki, bunlarda söz konusu karakter veya ebeveynin bir maketi, bir zamanlar zannedilenin aksine, yoktur. Gerçekte bu cinsiyet hücrelerinde, canlının bütün hayatı boyunca sahip olacağı bütün özelliklerin şu veya bu nitelikte olmasını sağlayacak kalıtım birimleri, yani genler vardır. Dolayısı ile ebeveyninden döle aktarılan sadece bu genlerdir, özelliğin kendisi değildir. (Düzgüneş ve Ekingen, 1983)

Ebeveynden döle aktarılan genler, canlının geliştiği ortama göre, özelliklerin belirli şekillerde görünmelerini sağlar. Sun-red mısır varyetesinde, kırmızı pigment yapılmasını kontrol eden genlerin bu etkileri, ancak güneş ışığında tezahür etmektedir. Başka mısır varyetelerinde renk, güneş ışığına göre farklı olmamaktadır. Himalaya tavşanlarında vücudun ve organlarının siyah tüylü oluşunu sağlayan genlerin etkisi, hayvanın maruz kaldığı sıcaklığa göre ortaya çıkmaktadır. Diğer tavşan ırklarında ise tüy rengini kontrol eden genlerin etkisi, vücudun maruz kaldığı her sıcaklıkta tezahür eder. Sirke sineğinde de aynı genotipte sinekler arasında sıcaklığa göre gözdeki petek sayısında değişiklik olmaktadır. Belirli bir hastalığa hassas olan bitkiler, ortamda o hastalık yoksa normal gelişirler, varsa gelişemezler. Dayanıklılık genlerine sahip olan bitkilerde ise, normal gelişme, ortamda hastalığın olup olmamasına bağlı değildir. Kuyruk çıkıntısı olmamasını sağlayan gene sahip civcivlerin hiçbir ortamda kuyruk çıkıntısı olmaz; buna karşılık bu gene sahip olmayan civcivler, sadece yüksek karbondioksitli ortamda kuyruk çıkıntısız olurlar. Bu misallerden anlaşılması gerektiği gibi, “kalıtsal olan, belirli çevre şartlarına göre belirli şekillerde reaksiyon gösterme kabiliyetidir” (Dügüneş ve Ekingen, 1983); daha doğrusu bu kabiliyet bakımından görülen farklılıklardır.

Sonuç olarak, fenotipik farklılıkta, iki etkinin birlikte söz konusu olduğunu görüyoruz: genler ve çevre. Ancak öyle bazı farklılıklar vardır ki, bu iki etken de bu varyasyonu açıklamakta yeterli değildir. Mesela, *Drosophila sineği* ile yapılan çalışmalarda, bu canlının sağ ve sol sırtındaki kıl sayılarında, bazen farklılıklar gözlenmektedir. Kesinlikle aynı genotip, aynı çevre şartları, fakat izah edilemeyen bir varyasyon! Görülüyor ki, canlının gelişme süreci boyunca fark edilemeyen küçük etkilere maruz kalması ile ortaya çıktığı düşünülen ve bugün izah edilemeyen bir varyasyon unsuru daha söz konusudur.

Bu varyasyon, gelişme esnasında ortaya çıkan farklılaşma ile ilgilidir. Gelişmenin erken dönemlerinde aynı genotipe sahip hücreler nasıl farklı dokular meydana getirmektedir? Demek ki hangi genin, nerede ve ne zaman aktive olacağını kontrol eden bir mekanizma vardır. Genlerin yapısı ve fonksiyonları hakkında bu kitabın ileri bölümlerinde geniş bilgi verilecektir. Şimdilik ifade edebiliriz ki, genlerin aktive olmasını ve görevini yaptıktan sonra inaktif duruma geçmesini sağlayan mekanizmalar vardır. Bu mekanizmalarla ilgili çalışmalar da bugün oldukça ilerlemiştir. Meselâ Amerika’da 2003 yılında tamamlanan bir proje sonunda insan genomunu oluşturan 3 milyar kadar baz çiftinin dizilimi ortaya konulmuştur<sup>2</sup>. Ne var ki bunların %1’den biraz fazlasının, yani 30 milyon kadar baz çiftinin (ki bu kadar baz çiftinin bugün yaklaşık olarak 32,000 gene karşılık geldiği kabul edilmektedir) protein kodladığı biliniyordu. Geriye kalan %99 kadar DNA anlamsız, bir işe yaramaz mıydı? Bugün devam eden proje, genomun geri kalanının da fonksiyonunu belirlemeyi hedefliyor. Bugüne kadar bulunanlar arasında işte bu sözünü ettiğimiz 32,000 kadar genin aktivasyonu ve inaktivasyonu ile ilgili fonksiyonlar vardır. Genomun tamamına ilişkin fonksiyonlar buldukça gelişmenin çeşitli devrelerinde rol oynayan genlerin fonksiyonları daha iyi anlaşılacaktır. Ancak geride hala gizemini koruyan sorular

<sup>2</sup> Genler DNA segmentleri olup, DNA da, çift eksenli, uzun nükleotid dizisidir. Bu nükleotidler bünyelerinde azot bazları bulundururlar. DNA, ikili sarmal bir yapı olup, bu sarmal eksenler de birbiriyle eşleşen baz çiftleri dizileriyle ifade edilir. Kitabın sonraki bölümlerinde DNA ve yapısı hakkında geniş bilgi verilecektir.



bulunmaktadır. Meselâ vücudun simetrik olan bir yarısı ile öbür yarısı arasında bir fark olmaması gerekirken niçin, farklılaşma ile de açıklanamayan farklar ortaya çıkmaktadır?

Bu tip sorular, **Gelişme Genetiği** denilen branşın cevaplamaya çalıştığı, bugün için zor sorulardır. Ancak, genler gibi hücre çekirdeğinde yer almayan, ama onlar gibi DNA yapısında olan mitokondriler ve kloroplastlar gibi bazı sitoplazmik unsurların da bu farklılıklarda etkili olabildiği düşünülmektedir. Daha önemli morfolojik özellikler bakımından da farklılıklara yol açabilen bu unsurlarla ilgili çalışmalar, daha önce de ifade edildiği gibi, genetiğin **Organella Genetiği** (daha eskiden sitoplazmik kalıtım, kromozom dışı kalıtım gibi isimler de veriliyordu) denilen bir dalını oluşturmuştur.

### I.3- Çalışma Problemleri

**I.1.** Herhangi bir özelliğin ortaya çıkmasında etkili olan genlerin tamamına ne denir?

- a)Genotip      b)Fenotip      c)Modifikasyon      d)Fenokopya      e)Genom

**I.2.** Canlının üzerinde durulan özellik bakımından ölçülen değerine ya da gözlenen haline ne ad verilir?

- a)Genotip      b)Genom      c)Mutasyon      d)Fenotip      e)Modifikasyon

**I.3.** Bir populasyonda sadece çevreden kaynaklanan ve kalıcı olmayan değişikliklere ne ad verilir?

- a)Fenotip      b)Translasyon      c)Mutasyon      d)Genotip      e)Modifikasyon

**I.4.** Canlının genetik yapısında meydana gelen ani ve kararlı değişikliklere ne denir?

- a)Mutasyon      b)Translasyon      c)Fenotip      d)Genotip      e)Fenokopya

**I.5.** Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a)Genetiğin konusu ortak ataya sahip bireyler arasındaki sadece farklılıkları incelemektir.  
b)Genotip, çevre ile interaksiyona girerek fenotipi oluşturur.  
c)Bir canlının herhangi bir özellik bakımından sahip olduğu genlere fenotip denir.  
d)Üzerinde durulan özellikler bakımından aynı hale sahip iki canlının aynı genotipte olduğu söylenir.  
e) Ortak ataya sahip canlılar arasında görülen benzerliklere varyasyon denir.

**I.6.** Bir dut ağacı bahçesinde aşağıdaki özelliklerden hangisi bakımından fenotipik varyasyonun daha fazla olması beklenir?

**I.** Meyve ağırlığı    **II.** Meyve rengi    **III.** Ağaç boyu    **IV.** Ağaç yaprak hacmi

- a)I-III-IV      b)III-IV      c)Yalnız II      d)I-II-III      e)Yalnız IV

**I.7.I.** Kantitatif özellikler poligenik kalıtım gösterir.

**II.** Kalitatif özelliklerin çevre şartlarından yok denecek kadar az etkilendiği kabul edilir.

**III.** Kantitatif özellikler kesikli dağılım gösterirler.

**IV.** Kantitatif özellikler incelendiğinde fenotipik varyasyonun daha çok olduğu görülür.

Yukarıdaki bilgilerden hangisi/hangileri yanlıştır?

- a)III-IV      b)Yalnız III      c)I-II-IV      d)Yalnız IV      e)I-II

**I.8.** Çevre şartlarının genlerin etkisine benzer etkiler yapmasıyla ortaya çıkan fenotiplere ne denir?

- a) Replikasyon   b) Mutasyon   c) Fenokopya   d) Rekombinasyon   e) Epistasi

**I.9.** 4850 lt süt verim ortalamasına sahip olan bir sığır populasyonundan 5250 lt ortalamaya sahip olan bireyler seçilmiş ve kendi aralarında çiftleştirilmiştir. Elde edilen döllerde ortalama aynı çevre koşullarında 4890 lt olmuştur. Buna göre kalıtım derecesi ( $h^2$ ) nedir?

- a)  $h^2=0.5$    b)  $h^2=0.4$    c)  $h^2=0.2$    d)  $h^2=0.01$    e)  $h^2=0.1$

**I.10.** Japon Bildircinlarıyla yapılan bir denemede 5. hafta canlı ağırlığına ilişkin populasyon ortalaması 100 g olarak hesaplanmıştır. Bunlardan damızlık olarak seçilenlerin ortalaması 110 g olup rastgele çiftleşme sonunda verdikleri döllerin ortalaması ise 104 g bulunmuştur. Bu populasyonda canlı ağırlığa ilişkin kalıtım derecesi ( $h^2$ ) ve seleksiyon üstünlüğü ( $i$ ) sırasıyla nedir?

- a)  $h^2=0.04, i=10$    b)  $h^2=0.40, i=10$    c)  $h^2=0.04, i=100$   
d)  $h^2=0.40, i=100$    e)  $h^2=0.40, i=4$

### Kaynaklar

Düzgüneş O. Ve H.R. Ekingen, 1983, Genetik, İkinci Baskı, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayını, Ders Kitabı, Ankara.

Griffiths A.J.F, J.F. Miller, D. T. Suzuki, R.C. Lewontin, W.M. Gelbart, 2000, Introduction to Genetic Analysis, 7th edition, Freeman and Company, USA

Griffiths A.J.F, S.R. Wessler, R.C. Lewontin, S.B. Carroll, 2008, Introduction to Genetic Analysis, 9th edition, Freeman and Company, USA

Klug W.S and M.R. Cummings, 1997, Concepts of Genetics, 5th edition, Prentice Hall, USA

Russell P.J., 2006, iGenetics A Mendelian Approach, Pearson - Benjamin Cummings,, USA.

Yıldız, M.A., 2010, Basılmamış Genetik Ders Notları, Ankara.