

HAKEMLİ ARAŞTIRMA YAZILARI/Refereed Articles

Bilimde Denk Anlaşmazlıkları: William Castle ve Richard Goldschmidt, Ortodoks Mendelcilere Karşı

Gökhan AKBAY*

Makale Geliş / Received: 27.10.2019
Makale Kabul / Accepted: 25.11.2019

Öz

Ana akım sosyal epistemolojide anlaşmazlık olgusunun ideal vakalar üzerinden ele alınması, kullanılan kavramların sıkı ve gerçekçilikten uzak kriterlerle tanımlanması gibi sorunlar, bu alandaki tartışmaların aktüel bilimsel tartışmaları anlamakta kullanılmasını zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada, ana akım sosyal epistemolojinin kimi varsayımları eleştirilecek ve bilimsel anlaşmazlıkları etkileyen faktörler ortaya çıkarılmaya çalışılacaktır. Bu amaçla, genetik tarihinden iki anlaşmazlık vakası seçilmiştir. William Ernst Castle'in ve Richard B. Goldschmidt'in, ortodoks Mendelciliğe yönelttikleri eleştiriler incelenecek, Mendelcilerin yanıtları tartışılacaktır. Castle vakasında anlaşmazlık kritik bir deneyin sonuçlanmasıyla bitmiş, Goldschmidt vakasında ise anlaşmazlık, Goldschmidt'in ölümüne dek sürmüştür. İki vaka arasındaki farkların ve benzerliklerin incelenmesi bize bilimsel anlaşmazlıkları etkileyen kuramsal, metodolojik ve kültürel faktörleri ortaya çıkarma olanağı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Mendel genetiği, epistemik denk, derin anlaşmazlık, uzlaşmacılık

Peer Disagreements in Science: William Castle and Richard Goldschmidt against Orthodox Mendelians

Abstract

Problems in mainstream social epistemology such as handling the phenomenon of disagreements by means of ideal cases or defining certain concepts with strict and unrealistic criteria, make it difficult to use the debates in this field for understanding actual scientific disagreements.

* Dr. Öğr. Üyesi, Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, gakbay@ciu.edu.tr. ORCID: 0000-0003-1062-8793

Künye: AKBAY, Gökhan. (2019). Bilimler Denk Anlaşmazlıkları: William Castle ve Richard Goldschmidt, Ortodoks Mendelcilere Karşı. *Dört Öge*, 16, 17-46. <http://dergipark.gov.tr/dortoge>.

In this study, some basic assumptions of mainstream social epistemology will be criticized and the factors affecting scientific disagreements will be explored. For this purpose, two cases of disagreement were selected from the history of genetics. The criticisms of William Ernst Castle and Richard B. Goldschmidt towards orthodox Mendelism will be examined and the Mendelians' responses will be discussed. In the Castle case, the disagreement ended with the conclusion of a crucial experiment, in the Goldschmidt case, the disagreement lasted until the death of Goldschmidt. Studying the differences and similarities between the two cases will allow us to uncover the theoretical, methodological and cultural factors that affect scientific disagreements.

Keywords: Mendelian genetics, epistemic peer, deep disagreement, conciliationism

I. Giriş

Anlaşmazlık, bilimsel faaliyetin ayrılmaz bir parçasıdır. Atomların gerçekliğini savunan Boltzmann ve atomların gerçekliğini reddeden Ernst Mach arasında 19. yy. sonlarındaki tartışma (Pojman, 2019), bilişsel bilimlerde geçmiş zaman kipinin nasıl öğrenildiği konusundaki tartışma (Pinker ve Prince, 1988; Rumelhart ve McClelland, 1986; Marcus vd., 1992) veya kayıp kalıtsallık hakkında yakın zamanda yapılan tartışmalar (Eichler vd., 2010), bilimde her dönemde anlaşmazlıklar olduğu izlenimini doğurmaktadır. Bazı anlaşmazlıklar, yeni bir kanıtın ortaya çıkmasıyla veya kritik bir testle son bulur. Başka anlaşmazlıklar ise, kanıtlar bir taraf lehine birikmesine rağmen, on yıllar sürer ve kanıtın kendisinden çok nasıl yorumlandığı ile ilgilidir.¹

Denk anlaşmazlığı, bir önermenin gerekçelendirilmesinde eşit koşullara sahip bireyler arasındaki anlaşmazlık türüdür ve anlaşmazlık karşısındaki tavrın ne olması gerektiğini belirlemek için uygun bir zemin sağlar.² Ancak analitik epistemologların tarif ettiği haliyle denk anlaşmazlığı, bilimdeki gerçek anlaşmazlık vakalarını anlamak için uygun değildir. Analitik epistemologların kullandıkları kavramlar, bilimsel anlaşmazlıkların kimi önemli öğelerini göz ardı ettikleri için ve gerçekçi olmayan varsayımlara dayandıkları için, uygulanabilirlikleri kısıtlıdır. Bu yazı, analitik epistemologların yaklaşımının bir eleştirisi olduğu kadar, bilim tarihine dayanan bir anlaşmazlık kavrayışının geliştirilmesine bir katkıdır. Yazıda, genetik tarihinden iki vaka incelenecek ve bilim insanlarının ampirik ve kuramsal anlaşmazlıkları nasıl ele aldıkları gösterilmeye çalışılacaktır.

Yazımızın ikinci kısımda, denk anlaşmazlıkları literatüründe önemli gördüğümüz noktalara değinilecek, literatürde büyük ölçüde paylaşılan kimi zayıf yönler teşhis edilecektir. Burada amaçlanan, tüm problemlerin kapsayıcı bir lis-

1 Kanıtların bir taraf lehine birikmesi, çoğunlukla, retrospektif olarak değerlendirilir. Bilimsel bir disiplinin tarihinde belirli bir anda hangi tarafın haklı olduğunu belirlemek, bir felsefeci veya bilim tarihçisi için altından kalkılamayacak bir yükür.

2 "Peer disagreement" kavramı denk anlaşmazlığı olarak çevrilmiştir.

tesini çıkarmak değil, kimi kilit varsayımların bilimsel faaliyetle uyumsuzluğunu göstermektir. Ayrıca burada, bahsi geçen uyumsuzluğu gidermek için varsayımları gözden geçirmek ve yeni tanımlar önermek amaçlanmamaktadır. Amacımız daha ziyade, denk anlaşmazlığı meselesinde doğrudan bilim tarihinden yola çıkarak, bilim insanlarının anlaşmazlık durumunda nasıl davrandıklarını etkileyen genel faktörleri açığa çıkarmaktır.

Üçüncü kısımda, ortodoks Mendelci³ olarak adlandırdığımız T. H. Morgan ve Columbia üniversitesinde sirke sineği (*Drosophila*) genetiği laboratuvarında birlikte çalıştığı öğrencileri ile William E. Castle arasında, genlerin değişmezliği konusundaki anlaşmazlığın teknik boyutları ele alınacaktır. Dördüncü kısımda ise Richard B. Goldschmidt'in Mendelcilere yönelttiği eleştirilerin ampirik ve kuramsal boyutları ele alınacak, Goldschmidt'in alternatif genetik anlayışı özetlenecektir.

Son kısımda, iki vaka, kimi genel epistemolojik sonuçlara varmak amacıyla yorumlanacaktır. Burada, iki vaka arasındaki farklar ve benzerlikler tartışılacaktır. Castle ve Morgan ekolü arasındaki tartışma, bir kritik deneyin sonuçlarının Castle'ı ikna etmesi ile sona erdi ama Goldschmidt, Mendelci gen kavramına karşı çıkmayı ölene kadar sürdürdü. Bu farkı anlamak, genel kuramsal çerçevenin kanıtların yorumlanmasında ne türde etkiler yarattığını anlamak açısından önemli ipuçları sunduğu gibi, anlaşmazlığın seyrini etkileyen metodolojik ve kültürel öğeleri görünür kılmaya da yarayacaktır.

II. Epistemik Denk Anlaşmazlıkları: İdeal Vakalar ve İdeal Olmayan Dünya

Anlaşmazlık üzerine çalışan sosyal epistemologlar, anlaşmazlık karşısında doğru epistemik tavrın ne olması gerektiğini incelerken, hangi koşullarda fikirlerden vazgeçmek gerektiği, anlaşmazlığın şüphecilikle bağının ne olduğu, ne türde anlaşmazlıkların fikir değiştirmek için daha kuvvetli sebepler sunduğu gibi soruları cevaplamaya çalışırlar. Birbirine denk iki filozofun veya bilim insanının anlaşmazlığı gibi durumlarda makul tavır nedir? Bir bilimsel disiplinde en temel meselelerde bile anlaşmazlık çıkıyorsa, bilimin nesnellik iddiası temelsiz midir?

Epistemik denkler arası anlaşmazlık, epistemologların ilgisini diğer anlaşmazlık türlerinden daha çok çeker çünkü anlaşmazlıkta bir taraf bariz bir üstünlüğe sahipse, neye inanmak gerektiği konusunda herhangi bir belirsizlik yaşanmayacaktır. Örneğin tropikal bir hastalığın hangi etkenden kaynaklandığı konusunda tecrübeli ve literatüre hâkim bir tıp profesörü ile bir lisans öğrencisinin fikirlerinin

3 Bahsi geçen genetikçilere ortodoks sıfatını yakıştırmamızın nedeni Mendel'in ilkelerini bağnazca kabul etmeleri değil - ki bağımsız dağılım ilkesinin geçerli olmadığı durumları saptayarak Mendel genetiğinde en önemli revizyonlardan birini yapan bu ekoldür - Mendel genetiğinin kesikli (Ing. discrete) ve birbirine karışmayan birimleri temele alan yaklaşımını, tüm aleyhte örneklerle rağmen savunmalarıdır.

ağırlığı daha baştan farklıdır. İki tarafın denk olmadığı durumlarda doğru tavrın ne olduğu, anlaşmazlıktan ziyade eldeki kanıtlara ve bunları yorumlama becerisine dayanır. Denkler arası anlaşmazlık ise, saf anlaşmazlık olgusunun epistemik değerini ölçmek için geliştirilen ideal vakaların temelinde yer almaktadır (Matheson, 2015).

Denk anlaşmazlığında bir diğer önemli konu da, uzmanlar arası anlaşmazlığın, çaylaklar arası anlaşmazlıktan çok daha önemli olmasıdır. İki çaylak bir konuda anlaşmazlığa düştüğünde, anlaşmazlığın kendisinin epistemik ağırlığı olmaz çünkü her iki taraf da gerek kanıtlara hakimiyet gerekse değerlendirme yeteneği açısından eşit derecede başarısız olacaktır. Ama uzmanlar arası anlaşmazlık sık yaşıyorsa, bu, alanın (örneğin Tıp) doğru bilgiye ulaşma konusundaki güvenilirliğini tehlikeye atacaktır. Dolayısıyla, buradan sonra denk anlaşmazlığı kavramını kullanırken, bir alanda uzman olan denklemin anlaşmazlığına işaret edeceğiz. Peki epistemik denk nedir?

Epistemik denk, her konuda eşit uzmanlığa sahip kişi anlamına gelmez, denklik daha ziyade belirli bir anda belirli bir soruya yanıt verme kapasitesi açısından tanımlanır. Belli bir soru açısından epistemik denk sayılmak için iki bireyin bu soruyla ilgili delillere ve argümanlara eşit derecede aşina olmaları ve ikisinin, zekâ, derin düşünme yeteneği, önyargılardan uzak olmak, dürüstlük gibi epistemik erdemler açısından eşit olmaları gerekir (Christensen, 2007, s. 188; Kelly, 2005, s.175-176).

Denk anlaşmazlığı literatüründe iki temel duruş vardır. Bunlardan ilkinde uzlaşmacı, diğerine kararlı duruş diyeceğiz.⁴ Uzlaşmacılara göre epistemik denklemler arası anlaşmazlık, fikrimizden caymamız veya fikrimizi yumuşatmak için kuvvetli bir itki sağlamalıdır (Christensen, 2007; Feldman, 2005). Kararlı duruşu savunanlar ise anlaşmazlığın tek başına bir önemi olmadığını, önemli olanın kanıtların kendisi olduğunu, kararlı duruşun insanları yeni kanıt arayışına ittiğini ve geliştirici olduğunu, anlaşmazlığı sürdürmenin hiç de akıldışı olmadığını savunurlar (Kelly, 2005; Cruz ve De Smedt, 2013; Elgin, 2010).

Uzlaşmacı tavrın önemli temsilcilerinden Christensen (2007), epistemik denklemler arasındaki anlaşmazlıklarda tek rasyonel tavrın, inancımızı zayıflatmak olduğunu söyler ve denk anlaşmazlığına şöyle bir örnek verir:

Varsayalım ki beşimiz yemeğe gitmişiz. Hesabı ödeme zamanı gelmiş, dolayısıyla aklımızdaki soru her birimizin borcunun ne kadar olduğu. Hepimiz toplam faturayı açıkça görebiliyoruz, hepimiz yüzde 30 bahşış vermekte mutabıkız, ayrıca hepimiz tüm faturayı - kim ithal su içmiş, kim tatlıyı yememiş, kim şarabın çoğunu içmiş diye bakmaksızın - eşit bölüşmekte de

4 Kararlı duruş, İngilizce literatürdeki “steadfast position” terimine, “uzlaşmacı duruş” ise “conciliatory position” terimine karşılık kullanılmaktadır.

mutabıkız. Ben kafamda hesabı yapmışım ve payımızın 43 dolar olduğundan oldukça eminim. Aynı anda arkadaşım da hesabı kafasında yapmış ve o da payımızın 45'er dolar olduğundan oldukça emin (s. 193).

Bu örnek, ideal vakalar konusunda söylediklerimize oldukça uygun bir örnektir. Tartışılan konu basit bir aritmetik hesap problemidir. Sonuçlar basit ve nice-likseldir. Tarafları ayıracak herhangi derin bir fark yoktur. Christensen, bu ve bundan sadece bir nebze karmaşık örneklerden yola çıkarak, denkler arasında anlaşmazlıklarda kişinin kendi fikrini -veya bir önermenin doğruluğuna dair güven düzeyini- revize etmesinin tek rasyonel tavır olduğunu iddia eder. Hatta deliller herhangi özgül bir sonucu dayatmasa bile sonuç budur, çünkü bu durumda da iki tarafın fikirlerini askıya almaları gerekir. Tabi burada rasyonaliteden ne anlaşıldığını açıklamak gerekir. Christensen (2007) rasyonalitenin gerek şartlarından birini şöyle ifade ediyor: “Rasyonalite, birinin inancını kanıtlara uyumlu hale getirmesini gerektirir – bazen kanıt, sonuç olarak yanıltıcı çıksa bile” (s. 209-10). Anlaşmazlığın kendisi de oldukça kuvvetli bir kanıt olduğu için, inanç revizyonu kaçınılmaz olur.

Christensen’de uzlaşmacı tavrın kaçınılmazlığı, aslında denk kavramının dayattığı simetriden kaynaklanır. Durum öyle bir şekilde tanımlanmıştır ki, anlaşmazlığın tarafları, sadece inandıkları önerme açısından farklıdır. Bu durumda taraflardan birisi, “bende diğer tarafın sahip olmadığı veriler var” veya “ben bu türde kanıtları değerlendirmekte daha yetkinim” diyemez. Karşı tarafta kusur bulmak, denklik tanımından dolayı imkansızdır ve uzlaşma tek seçenek olarak kalır. Bu duruma “simetri tuzağı” adını veriyoruz.

Simetri tuzağı şöyle kurulur: Önce, iki kişinin aynı kanıtlara sahip olduğu, kanıtı yorumlama güçlerinin ve epistemik ahlaklarının denk olduğu varsayılır. Ayrıca, bu kişilerin belirli bir önerme üzerine tartıştıkları anda, performanslarını etkileyecek olumlu veya olumsuz faktörlerden -örn. sarhoşluk, açlık, geçici görme kaybı, vb.- bağışık oldukları varsayılır. Bu kişilerin denk olduklarını saptamak için geçmişteki performanslarının çetelesine başvurulur ve bunun da denk olduğu varsayılır. Sonra şu soru sorulur: bir denk ile anlaşmazlığa düştüğümüzü öğrendikten sonra ne yapmalıyız? Seçeneklerden biri, inat edip fikrine sıkıca sarılmaktır. Bunu yapabilmek için karşı tarafı denk olmaktan çıkaracak bir kusur aranır. Kanıtı başvurmak çıkmaz sokaktır çünkü kanıtların ortak olduğunu kabul ettik. Kanıtı değerlendirme ve ahlak da benzer şekilde eşitti. Geriye tek seçenek olarak o anki performansı etkileyen faktörleri didikleme kalır. Ancak bunları da elemiştik. Hatta karıştırmızı denklikten atmak için kullanacağımız her argümanın aynı şekilde onun tarafından bize karşı kullanılması da mümkündür. Öyleyse tek rasyonel tavır, iki tarafın da ortada buluşmasıdır.⁵

5 Christensen (2007), inançları Bayesçi tarzda yorumladığı için, inanca atfedilen olasılık değerlerinin

Epistemik denk anlaşmazlığı kavramını gerçek hayatta kullanılamayacak hale getiren koşullardan en belirginini, delillerde ve bunları değerlendirmede denklik varsayımdır. Aynı delil koşulu, hiçbir karmaşık sorunda -örneğin bilimdeki sorunlarda- yerine getirilemez çünkü delil kümesi zengin ve karmaşıkta, bunları iki kişi açısından tam ortaklaştırmak mümkün değildir (King, 2012). Bilimsel tartışmalar her ne kadar herkesin ortak olarak erişebileceği yazılı materyaller üzerinden yapılıyor gibi görünse de çok daha geniş bir veri ve argüman seti tarafından kontrol edilirler. Mesela William E. Castle ve Alfred Henry Sturtevant arasında, genlerin kromozomlarda çizgisel mi yoksa üç boyutlu mu dağıldığı konusundaki tartışmada Castle (1919b), çaprazlama verilerinin tümünün ortalamasını argümanının merkezine oturturken Sturtevant, bu veriler içinde hangilerinin kritik önemde olduğunu, hangi verilerin tek bir kümede toplanmaya elverişli olmadığını biliyordu çünkü deneylerin yapılışında bizzat yer almıştı (Sturtevant vd. 1919).

Teorik tercihler, kişisel öğrenme çizgisi, problem çözme tarzları açısından yüzde yüz eşit kişiler bulmak mümkün olmadığı için delilleri değerlendirme koşulu da tam olarak karşılanamaz.⁶ Bilim insanları veriyi yorumlarken sıradan insanların düştüğü basit mantık yanlışlarına kolay kolay düşmezler. Ancak yine de aynı kanıtları farklı yorumlama eğilimindedirler. Bu farkta kuramsal ayrımların, ne türde açıklamaların tatmin edici sayıldığıнын, epistemik erdemlerden hangilerinin daha baskın olduğunun -örneğin sadelik veya bütünlüştürücülük- önemi büyüktür.

Denk anlaşmazlığı literatüründe genel kabul gören sorunlu varsayımlardan bir diğeri de anlaşmazlığın tek önerme üzerine olmasıdır. Christensen'in (2007) örneklerinden birinde anlaşmazlık ödenecek hesap hakkında, diğeri meteorolojik bir tahminin doğru çıkma olasılığı hakkındadır. Kelly'nin (2005) verdiği örneklerden birinde Newcomb problemi adı verilen bir oyun kuramsal problemde iki olası tutum kıyaslanmış, Kelly'nin (2010) daha sonra verdiği örneklerde ise yine tek bir hipoteze olan inancın, çeşitli anlaşmazlık durumlarında nasıl revize edileceği ön plana çıkmıştır. Benzer biçimde Feldman (2006), iki öğrencisinin bir P önermesi hakkında anlaşmazlığını örnek göstererek analizine başlamıştır. Matheson (2011) ise kendi rasyonel biriciklik tezini, *tekil bir önerme karşısında* sadece bir rasyonel

ortada buluşması gerektiğini söyler. Mesela ben X hipotezinin doğruluğuna %70 olasılık veriyorsam ve epistemik dengim %40 veriyorsa, %55'te buluşmalıyız der. Feldman (2006) ise inancın askıya alınması gerektiğini, yani iki taraftan birini haklı çıkaracak özel bir neden bulunmadıkça iki tarafın da fikrinden vazgeçmesi gerektiğini söyler.

- 6 Matheson (2015), tam eşitlik yerine, hangi tarafın avantajlı olduğuna kolayca karar verilemeyen durumların daha önemli olduğunu söyler. Bu, gerçekçilik yönünde atılmış olumlu bir adımdır ama yeterli değildir, çünkü buna dışarıdan bakan bir üçüncü şahıs kolayca karar veremese bile, bir tartışmanın tarafı olan bilim insanları kolayca karar verirler. Sorun, hangi tarafın doğru kararı verdiğini belirlemekte yatmaktadır. Doğru epistemik tavrın, kanıt adı verilen zamansız-mekânsız mantıksal varlıklar ile bunların destekledikleri hipotez arasında *a priori* bir ilişkiye dayandığı tezi, tüm tartışmanın kök problemidir, ancak burada o derin problemi işlemeceğiz. Bizce kanıtlar da destekledikleri hipotez de, aralarındaki mantıksal ilişkiler de, insan pratiği tarafından, nesnel kısıtlara bağlı kalınarak inşa edilmiştir.

tavrın kabul edilebilir olduğu şeklinde ifade etmiştir. Bilimsel tartışmalarda ve özellikle derin anlaşmazlıklarda, tartışma, tek önermenin veya aksinin doğruluğunu aşan sonuçlara gebe dir. Özellikle, bir kuramın temelini oluşturan önermelerdeki anlaşmazlık, birbirine bağlı birçok önermeyi birden ilgilendirir. Hem Castle hem de Goldschmidt, bu türde temel önermeler konusunda Mendelcilikle anlaşmazlığa düşmüştür ancak, metodolojik, kuramsal ve kültürel açıdan rakiplerine mesafeleri özdeş olmadığı için, anlaşmazlıkları farklı yörüngeler izlemiştir.

III. William E. Castle, Ortodoks Mendelcilere Karşı

William E. Castle, ABD’de genetik araştırmaların öncülerinden biridir (Snell ve Reed, 1993). Harvard Üniversitesi’nde memeli genetiği üzerine yaptığı çalışmalarda 1903’ten itibaren, yani Mendel’in kuramının yeniden keşfinden sadece üç yıl sonra, Mendel’in çaprazlama metodolojisini farede kullanarak albino özelliğinin çekinik bir Mendelci karakter olduğunu göstermiştir (Carlson, 1966). Castle, Morgan ekolü üzerinde de etkili olmuştur, hatta sirke sineğinin yapay seçilim deneylerine uygun bir model organizma olduğunu Thomas Hunt Morgan’a gösteren, deyim yerindeyse Morgan’ı bu organizmaya yönlendiren de Castle’dır (Carlson, 2013). Ancak Castle, Morgan ekolünün egemenliğinde ilerleyen genetik çalışmaları eleştirmekten de geri durmamıştır.

Castle, Mendelci çalışmaları ABD’ye taşıyan kişilerden biri olmasına rağmen, 1903-1919 aralığında Morgan ekolüyle çok temel meselelerde dahi anlaşmazlığa düşmüştür. Bu anlaşmazlıklardan en önemlisi, yapay seçilimin genlerde bir değişim gerçekleştirip gerçekleştirmediği konusunda yaşanan tartışmadır. Tartışmanın önemli olmasının nedeni, allellerin mutasyon dışında değişebilir veya birbirine karışabilir olduğunu kabul etmenin Mendelci genetik analizi imkânsız kılacak olmasıdır.

Mendel’in segregasyon ilkesine göre, belirli bir karakteri etkileyen faktörler (alleller) yetişkin organizmada çift halinde bulunurlar ve gamet oluşumunda birbirinden ayrılırlar. Çiftleşme sonrasında ise gametlerden gelen bu alleller tekrar birleşirler. Tüm bu süreçler - gamet oluşumu, zigot oluşumu, gelişim, tekrar gamet oluşumu- boyunca bahsi geçen alleller değişmeden kalırlar.

Segregasyon ilkesinin diğer adı gamet saflığı ilkesidir. Gamet saflığı, çaprazlama deneylerinde allellerin takip edilebilirliğini sağlayan temel ilkedir. Bunu anlatmak için varsayımsal bir senaryo düşünelim. Ss genotipli sarı bezelye, yine Ss genotipli sarı bir bezelyeyle çaprazlanmış olsun. İlk dölde (F1 jenerasyonu) sarı/yeşil oranı 3:1 olacaktır çünkü popülasyon, genotipik olarak $\frac{1}{2}$ Ss (sarı), $\frac{1}{4}$ SS (sarı) ve $\frac{1}{4}$ ss (yeşil) bireylerden oluşacaktır. Şimdi, S allelinin gamet oluşumu sırasında değişebildiğini, hatta çekinik olan “yeşil” alleleline dönüşebildiğini varsayalım. O zaman, Mendelci 3:1 oranından sapmalar gözlenebilir. Daha önemlisi, atasal popülasyondaki genotipler çoğunlukla çaprazlama deneyinin sonuçlarından çıkarsanır,

önsel olarak bilinmez. Genler sıkça değişiyorsa, 3:1 oranından sapmanın nedenlerini takip etmek ve dolyasıyla genetik analiz zorlaşır. İlkenin kendisi bir analiz aracı işlevini yerine getirecekse, kolay kolay değişmemesi gerekir.

Mendel'in çalıştığı 7 özelliğin tümü, bariz baskınlık ve çekiniklik ilişkileri gösteren, kolayca takip edilebilir 2'li karakter setlerinden oluşuyordu (Schwartz, 2008). Ancak Mendelciler çalışmalarını yeni özelliklere doğru genişlettikçe, mecburen, bu sadeliğin bozulduğu çetrefilli vakalarla karşılaştılar. Castle, daha 1903'te, gine domuzu, fare ve tavşanlarla yapılan deneylerde, gamet saflığı ilkesinden şüphe etmesine neden olan bir sonuçla karşılaşmıştı: "...tüm albinolar aynı pigmentli stokla çaprazlandığında aynı şekilde yavrulamıyordu" (Castle ve Allen, 1903, s. 614). Castle (1905), gamet saflığı ilkesinin Mendel genetiği için öneminin farkındaydı ve ilkeyi topyekün reddetmiyordu. Sadece ilkenin mükemmel işlemediğini iddia ediyordu:

"Şimdiye kadar söylenenlerden, alternatif kalıtımda özelliklerin birimler gibi davrandıkları, ve daha da fazlası, *tamamen bağımsız birimler* oldukları, ve bu sebeple, çiftleşme tahminleri basitçe bir matematik meselesiymiş gibi bir kanı oluşabilir. Bu kısmen doğru olsa da, ne mutlu ki veya ne yazık ki, hakikatin tümü değildir" (s. 205).

Aynı paragrafta Castle, gamet oluşumunun -allelere ayrışması- iki farklı renkte cam parçasının ayrılmasına, zigotta birleşmelerinin de bunları tekrar bir araya getirmeye benzemediğini, daha ziyade, birbirinin içine girmiş farklı renkte iki mumun ayrışmasına benzediğini ve dolayısıyla iki allelin birbirini etkilediğini, gametlere giden allellerin eski kimliklerini yüzde yüz korumadıklarını söyler. Bu görüşe daha sonra Hermann Muller (1914), gen bulaşması görüşü adını verecektir.⁷

1907-1914 arasında Castle ve cerrah arkadaşı Phillips, başlıklı sıçanlar üzerinde bir seçim deneyi yaptılar (Dunn, 1965).⁸ Bu sıçanlara "başlıklı" denmesinin nedeni, beyaz vücutlarının kafa ve omuz kısmını kaplayan başlık benzeri siyah bir bölge bulunmasıydı. Başlıklı özelliği popülasyon içi çeşitlilik gösteriyordu. Bazı sıçanlarda vücudun daha geniş bölgeleri siyah tüylerle kaplıyken diğerleri neredeyse beyazdan farksızdı. Castle ve Phillips çok siyah olanları kuşaklar boyu birbiriyle çiftleştirerek bir artı soy, daha beyazları çiftleştirerek bir eksi soy elde ettiler. Artı soy, orijinal başlıklı sıçan popülasyonuna göre daha siyah, eksi soy ise daha beyazdı. Hatta artı soydaki bazı bireyler neredeyse tamamen siyah, eksi soydakiler ise neredeyse tamamen beyaz olmuştu. Kısacası, yapay seçim, özelliğin gücünü etkilemişti.

7 Muller İngilizcede "contamination" kavramını kullanır ve bu terime Türkçede en uygun karşılık olarak "bulaşma" kavramını tercih ettik.

8 Burada seçimden kastedilen, seçici çiftleştirmedir. Yani istenen bir özelliği gösteren bireyler birbiriyle çiftleştirilerek özellik genetik açıdan saflaştırılmaya çalışılmıştır.

Castle ve Phillips (1914), deneyin sonuçlarını ilan ettikleri eserlerinde, başlıklılık özelliğinin otozomal çekinik bir kalıtım yolu izlediğini ve çaprazlamalarda klasik 3 (Baskın):1 (Çekinik) oranını sağlayan Mendelci bir özellik olduğunu buldular. Bazı açılardan ise özellik, klasik Mendelci kalıtımın paradigmatik örneklerine benzemiyordu. Başlıklı olmak ya da olmamak, klasik Mendelci özellikler gibi ikili karakterdeydi. Ancak bu vaka, segregasyon yasasının (=gamet saflığı) kusurlu işlediği bir vaka olarak görülmüştü çünkü orijinal popülasyonda başlıklılığın düzeyi ciddi çeşitlilik gösteriyordu ve seçim sonucunda ortaya çıkan değişimler de kalıtımsaldı. Sanki seçim genin kendisini değiştiriyor gibi görünüyordu.

Bu vakanın iki olası açıklaması vardı. Ortodoks bir Mendelci, başlıklılık özelliğinin birçok gen tarafından kontrol edildiğini iddia ederdi. Genlerden biri, başlıklı-başlıksız ayrımını kontrol eden ana gendi. Bu özellik açısından popülasyon saftı, yani tüm başlıklı bireylerde allel homozigot halde bulunuyordu. Ancak özelliğinin hangi düzeyde ortaya çıkacağını belirleyen çok sayıda modifiye edici gen açısından popülasyon heterojendi. Seçimin kuşaklar boyunca etkili olmasının nedeni, bu modifiye edici genlerdeki çeşitliliği ortadan kaldıracak kadar çok kuşak boyunca deneyin devam ettirilmemiş olmasıydı.

Castle ve Phillips (1914) bu açıklamayı reddettiler çünkü modifiye edici genler olsa bile, bu kadar kuşak boyunca uygulanan seçimin, modifiye edici genler açısından popülasyonu saf hale getirmesi gerektiğini söylediler.⁹ Ancak ulaştıkları sonuçlara göre popülasyonun çeşitliliği azalsa bile tamamen ortadan kalkmamıştı (Castle ve Phillips, 1914, s. 24). Eğer popülasyon saflaşmış olsaydı, seçimin etkisi ortadan kalkmalıydı, ama bu da doğru değildi çünkü özelliğin derecesi seçimle halen değiştirilebiliyordu. Öyleyse, bir ana gen artı çok sayıda modifiye edici gene dayalı ortodoks Mendelci açıklama eksikti.¹⁰ Kendi açıklamaları ise, hem modifiye edici genlerin varlığını kabul ediyor, hem de ana genin seçimle değişime uğrayabilmesine açık kapı bırakıyordu.

Hermann J. Muller (1914), her ortodoks Mendelcinin yapacağı gibi, bu vakanın çok faktörlü kalıtımla açıklanacağını söylüyordu. Orijinal başlıklı popülasyonunun “uzaktan akraba olan iki farklı ırkın melezi” olduğunu, dolayısıyla deney başlamadan önce de kalıcı bir genetik çeşitlilik taşıdığını söylüyordu (Muller, 1914, s. 569). Eğer bir özelliği etkileyen birçok gen varsa ve popülasyon, bu genlerin tümü açısından çeşitlilik gösteriyorsa, seçici çiftleştirme her aşamada daha saf soylar üretse bile, birkaç jenerasyonda mutlak anlamda saf bir soy ortaya çıkmayacaktır. Muller (1914), soyu daha hızlı saflaştırmak için abi-kardeş çiftleştirmesi yapılmasını önermiş ve bu testleri denemedikleri için Castle ve Phillips’i eleştirmişti. Ayrıca, eğer mevcut durum modifiye edici genlerin saflaştırılmamasından

9 Deney, 1914’e kadar tam 13 kuşak boyunca sürdürülmüştü.

10 Castle, her karmaşık vakada yeni modifiye edici genler varsaymayı metodolojik zeminde de reddediyor, bunun kalitesiz bilimin bir semptomu olduğunu düşünüyordu (Carlson, 1966).

kaynaklanıyorsa, bunu test etmenin yolunun, yabani bir sıçan ırkıyla çiftleştirmek olduğunu, çünkü bu yapıldığında, başlıklılığı artıran modifiye edici genler de azaltan genler de seyreltileceği için, artı ve eksi soyların ters yönde bir değişim geçireceğini tahmin etmişti (Muller, 1914, s.574-575). Gerçekten de deneyde eksi soy yabani soyla çaprazlandığında başlıklılık özelliğinin gücünde artış oldu. Castle ve Phillips, bunu kabul etmek yerine, F1 jenerasyonunda bir araya gelen başlıklı aleli ile normal alelin birbirine bulaştığını iddia ettiler.

Muller için anlaşmazlık, basit bir deneysel anlaşmazlık olmaktan çıkmış, Mendelci kuramın temellerini ilgilendirir hale gelmişti. Muller'e (1914) göre Castle ve Phillips, genlerin mutasyon dışında yollarla değişebildiği tezini desteklemek için, aynı genin farklı allellerinin birbirine karışabileceğini söylüyorlardı. Bu da hem genlerin -mutasyon gibi nadir olaylar dışında- değişmezliği ilkesini ve genlerin aktarımında bağımsız birer birim oldukları, yani birbirine karışmadan saf biçimde aktarıldıkları ilkesinin reddiydi. Bahsi geçen ilkeleri reddetmek, sadece ampirik olarak yanlış değil, çaprazlama deneylerinin yorumlanmasını imkânsız hale getirecekleri için metodolojik açıdan da tehlikeliydi.

Muller 1914'te Castle'ın çalışmasına sadece kuramsal düzlemde yanıt verebilmişti. Ama Castle'a deneysel bir cevap verebilmesi için, kendi model organizmasında -*D. melanogaster* (sirke sineği)- benzer özelliklerin çok faktörlü kalıtımının nasıl işlediğini somut olarak göstermesi gerekiyordu.

Aslında, ortodoks Mendelciler sirke sineğinde de başlıklı sıçanlardakine benzer vakalarla karşılaşıyorlardı. Örneğin ökçeli ve kırpık kanat mutasyonları, klasik genetik analiz için, başlıklı özelliğine oldukça benzer sorunlar yaratıyordu.¹¹ Her iki mutasyon da kuşaklar boyu süren seçici çiftleştirmeye rağmen saflaştırılmamıştı. Popülasyonlar, iki özelliğin de her derecesini göstermeye devam ediyordu, yani, popülasyon içi çeşitlilik yüksekti. Yine de Mendelciler iki özelliğin genetik altyapısını ortaya çıkarmayı başarmış, ana genin ve modifiye edici genlerin hangi kromozomlarda olduklarını saptayabilmişlerdi.¹² Böylece genetik heterojenlik varlığını deneysel veriyile desteklemişlerdi.

Castle, itirazlarını 1919 yılına kadar sürdürdü. Öğrencisi Sewall Wright'ın önerdiği kritik testte, başlıklılık özelliğini yüksek ve düşük düzeyde gösteren soyları üçüncü bir soyla - tercihen yabani bir soyla- çaprazlanması gerekiyordu (Castle, 1919, s. 370). Bu testin sonucunda iki soyda da modifiye edici genler eşitleneceği için iki soy orijinal başlıklı popülasyona benzeyecekti. Artı soyla yapılan deney

11 İngilizce genetik literatüründeki "beaded" terimini "ökçeli", "truncate" terimini ise "kırpık" olarak çevirdik. Kırpık kelimesi, işaret ettiği kanat morfolojisi değişimini bir nebze karşılarsa da ökçeli kelimesi ne yazık ki sadece sözlük anlamına sadık kalmak için kullanılmıştır. Ökçeli mutantlarının neye benzediğini görmek için ((Muller, 1918, s. 424)) kaynağına başvurulabilir.

12 İki vakanın detayları için (Morgan vd., 1915; Muller, 1917; Muller, 1918; Altenburg ve Muller, 1920; Schwartz, 2008) kaynaklarına başvurulabilir.

1916'da tamamlandığında sonuçlar ikna edici değildi çünkü çaprazlama, soy içi çeşitliliği ciddi biçimde azaltmamıştı. 1919 yılında eksi soyun yabancı soyla çaprazlanması sonucu ortaya çıkan popülasyon ise orijinal popülasyonla aynı hale gelmişti. Dolayısıyla deney, Muller ve diğer Ortodoks Mendelcileri haklı çıkarmıştı: genlerin karışması veya seçimle değişmesi değil, modifiye edici genlerin dağılımının değişmesi söz konusuydu. Yıllarca süren anlaşmazlık tek bir kritik deneyle son buldu. Kanıtların terazisi kesin olarak bir tarafı gösteriyordu ve Castle, eski fikrinde diretmeden bunu kabul etti. Bunun sebeplerini, son kısımda irdeleyeceğiz. Şimdilik kabaca şunu söyleyebiliriz: Castle çaprazlama deneylerine, Morgan ve çalışma arkadaşlarıyla aynı perspektiften baktığı için verileri yorumlama biçiminde ciddi bir fark yoktu. Bir deneyin sonuçlarıyla ikna olmasının nedeni, kendi çalışmalarında kullandığı deneysel yöntemlerin ve ilkelerin ortodoks Mendelcilerin yöntemlerinden farklı olmamasıydı. Mendel'in ilkelerinden birini gevşetmeye çalışmıştı ama büsbütün reddetmemişti. Richard B. Goldschmidt'in Mendelci genetiğe yönelttiği eleştiriler ise daha derindi ve anlaşmazlık Goldschmidt ölene kadar sürdü. Anlaşmazlık, genlerin doğası üzerinde yoğunlaşıyordu ama doktrin farkının ötesine, bilimden ne anlaşıldığı, nasıl bilim yapılması gerektiği gibi oldukça temel konulara da ulaşıyordu.

IV. Richard B. Goldschmidt: Genetik Atomculuğa Karşı Dinamik Genetik

Mendel genetiğinin en çok tartışma yaratan tezlerinden biri, gen adı verilen kalıtım atomları varsayımıdır. Bu varsayıma göre kalıtım esnasında ebeveynden yavrulara, yavrunun biyolojik özelliklerini belirleyen kalıtım birimleri aktarılır. Bu birimler birbirine karışmazlar ve mutasyon dışında değişmezler. Mendel genetiğinde genin bir atom gibi görülmesinin nedenlerinden biri, genetik analizin çok belirgin etkileri olan mutasyonlara dayanması ve bu mutasyonların aktarımının basit matematiksel ilkelere uymasındır. Mutasyon sonucunda yapısı değişen gen, atasal genin alleli olur. Mutant allel, baskınlık ve çekiniklik durumuna bağlı olarak, çeşitli kombinasyonlar içinde belirgin etkiler gösterir. Örneğin çekinik bir gen olan beyaz göz geni, homozigot durumda bulunduğu anda, kırmızı yerine beyaz gözlere neden olur. Morgan ve ekibinin geliştirdiği bağlantı analizi sayesinde genlerin kromozomlarda birbirine göre konumları saptanabilir. Hatta politen kromozomlardaki bantlardan hangisinde hangi genlerin bulunduğu, düşük bir çözünürlükle de olsa saptanabilir. Buna rağmen, Mendelci genetikçilerin önemli bir kısmı genlerin iç yapısının ne olduğu sorusundan ziyade, nasıl aktarıldıkları sorusuyla uğraşmıştır. Moleküler biyolojinin doğuşuna kadar genetikçiler için gen, istatistiksel bir soyutlama olarak kalmıştır.¹³

13 Genlere yönelik bu araçsalcı tutumun en önemli istisnası Hermann Muller'dir. Muller, mutasyonlar aracılığıyla genlerin fiziksel yapısının ve boyutlarının saptanabileceğini düşünmüştür.

Mendel'in orijinal çalışmasında kullandığı faktör ve *anlagen* kavramları her ne kadar fiziksel bir birime tekabül etmese de, Mendel genetiğini popülerleştiren William Bateson tarafından böyle yorumlanmıştır (Falk, 2009). Birçok biyolog ise, kalıtımın atomcu biçimde anlaşılmasına karşı çıkmıştır. Mesela “gen” kavramının isim babası olan Wilhelm Johannsen (1923), kalıtım materyalinin birimlere ayrıştırılmayan bir bütün olduğunu söylemiştir. Bazı Mendelciler bile, genlerin fiziksel yapısı hakkında spekülasyon yapmanın yanlış olduğunu, genlerin çaprazlama deneylerini istatistiksel açıdan yorumlayabilmek için kullanılan soyut birimler sayılabileceğini söylüyorlardı (East, 1929). Hatta Ortodoks Mendelciliğin ABD'deki temel temsilcisi Thomas Hunt Morgan, genler ile kromozomlar arasındaki ilişkiyi ilk keşfeden kişilerden biri olmasına rağmen, genlerin fiziksel yapısının genetik analiz açısından hiç fark yaratmayacağını, dolayısıyla araştırmalarının merkezinde yer alan bir sorun olmadığını bildiriyordu (Morgan, 1919; 1926; 1934). Morgan (1913), Mendel genetiği çalışmalarına başladıktan sadece üç sene sonra, canlıda gözlenen özelliklerle kalıtımda aktarılan faktörler arasında birebir ilişki olmadığını kavramıştı ve canlıları kalıtsal özelliklerin bir mozaigi gibi gören Bateson'a karşı çıkmıştı. Hermann Muller (1912/2016) de benzer şekilde, her biyolojik özelliğe bir gen denk düştüğü fikrini alaya alıyordu. Dolayısıyla Mendelciler, genlere, kalıtılan biyolojik özelliklere denk düşen birer atom muamelesi yapmadıklarını, çok erken tarihlerde ilan etmişlerdi.

Yukarıdaki “özeleştiril” bakış açısına rağmen Mendelci genetikçiler *pratikte* genlere, her biri özgül bir fenotipik özelliğe denk düşen birer atom muamelesi yapmayı sürdürüyordu. Alman genetikçi Richard B. Goldschmidt, işte bu atomculuğun sıkı bir eleştirmenidir. Goldschmidt, her ne kadar Mendelci deneylerin kalıtım hakkında oldukça faydalı bilgiler verdiğini söylese de kalıtımın birimleri olarak genler fikrini hiçbir zaman kabul etmedi. Goldschmidt'e göre Mendelciler genleri, etkileri bağlamdan bağımsız birer kalıtım atomu olarak görüyorlardı:

“Bu geniş veri kümesi, kromozomun belirli bölgelerinde gen adı verilen, şuraya veya buraya kaydırılınca özdeşliklerini kaybetmeyen, gelişen organizma üstünde sabit bir etkide bulunan, ve kendiliğinden veya deneysel koşullar altında, mutasyonlarla başka bir stabil yapıya dönüşen genlerin var olduğunu göstermekteydi” (Goldschmidt, 1938b, s. 269).

Pozisyon etkisi, bu indirgemeci modelin yetersizliğini gösteren önemli bir delildi. Pozisyon etkisi, 1913 yılında ilk kromozom haritasını yapan, Ortodoks Mendelci Alfred Henry Sturtevant tarafından keşfedilmişti. Sturtevant (1925), sirke sineklerinin gözlerini etkileyen Bar mutasyonu ile ilgili ilginç bir gözlem yaptı. Bar mutasyonu (geni) aynı kromozomda bir çift şeklinde bulunduğu, iki farklı kromozomda bulunduğu duruma nazaran daha kuvvetli bir etki gösteriyordu (Sturtevant, 1925, s.137). Demek ki önemli olan sadece mutasyona sahip olmak veya mutant genden kaç adet bulunduğu değildi; mutant genin pozisyonu da belirleyiciydi. Daha sonra, Hermann Muller'in kromozomal yeniden düzenleme ile

İlgili deneyleri ise, tek mutasyon sayılan kimi durumların aslında kromozomun belirli bir bölgesinin yerinden kopup başka bir pozisyona yerleşmesinden kaynaklandığını göstermişti (Dietrich, 2003, s.70; Raffel ve Muller, 1940). Geleneksel anlamıyla mutasyon, belirli bir genin iç yapısında gerçekleşen bir değişimdir, ama yeniden düzenleme ile birçok geni kapsayan bölgelerin yerinin değişmesi, tıpkı mutasyon gibi etkiler yaratıyordu. Bu ise gen denilen birimin gerçekten fiziko-kimyasal olarak bütünlüklü bir birim olup olmadığının sorgulanmasına yol açtı. Goldschmidt aslında tüm mutasyonların birer pozisyon etkisi veya kromozomal yer değiştirme olduğu sonucuna vardı. Goldschmidt'e göre mutasyonla kromozomal yer değiştirme arasında sadece ölçek farkı vardı. Mutasyon, küçük çaplı bir yer değiştirme idi (Griffiths ve Stotz, 2013).

Hermann Muller, pozisyon etkisinin gerçekten de genlerin yapısıyla ilgili eski fikirleri değiştirebileceğinin farkındaydı. Rafel ile birlikte yaptıkları çalışmalarda Goldschmidt'i haklı çıkaracak sonuçlara ulaşmışlardı. Her ne kadar Goldschmidt gibi genlerin varlığını toptan reddetmeseler de eskiden gen adı verilen birimlerin bölünebileceğini, konumların gen etkisini belirleyebileceğini, hatta iki genin örtüşen parçalarının olabileceğini öne sürmüşlerdi (Raffel ve Muller, 1940, s. 576). Ancak kanıtların klasik gen anlayışını çürütmek için yeterli olmadığını, daha fazla veriye ihtiyaç olduğunu da söylemişlerdi.

Goldschmidt, sadece gen adı verilen kalıtım atomlarının varlığını reddederken kalıtımı veya onun maddi taşıyıcılarını reddetmiyordu. Ona göre kalıtıma bir birim aranıyorsa, kromozomu tercih etmek gerekirdi. Kromozom, kendi içinde hiyerarşik organizasyona sahip, yani alt birimleri, alt-alt birimleri olan bir yapıdır. Bu yapıdaki bozulmalar -ister pozisyon değişimi ister noktasal mutasyonlarla olsun- kesikli değişimlere neden oluyordu. Genetikçiler ise yanlış bir biçimde, ortaya çıkan bozulmaların kendilerini kalıtım birimi sanıyordu. Halbuki "Normal gelişimi kontrol eden birim, tüm kromozomdur" (Goldschmidt, 1938b, s.271). Goldschmidt (1950), kromozomdan onun alt birimlerine uzanan anlayışın klasik gen kuramının katı gen tanımını esnettiğini söylüyordu.

Goldschmidt'e göre kromozomda fiziken birbirine yakın bölgeler, gelişimde işlevsel açıdan birbirini tamamlayan zincirleme reaksiyonları kontrol ederler, yani kalıtsal materyalde yan yana duran birimler aynı zamanda gelişimde de yan yana duran özellikleri belirlerler. Bu fikrin doğal bir sonucu, genlerin kromozomdaki düzenlenişinin de gelişim açısından önemli olmasıdır. Sabit bir kalıtım birimi fikri yerine Goldschmidt, farklı karmaşıklık derecelerindeki fenotipleri kontrol eden farklı büyüklüklerde kromozom bölmeleri olduğunu söyler. Örneğin bir organın gelişimini kromozomun bir kısmı, o organın bir alt sisteminin gelişimini ise o kromozom parçasının bir alt birimi kontrol eder. Goldschmidt'in bu tezinin altında gen aktivitesi ve pozisyon etkisi gibi gözlemsel olguların yanında, çok temel bir felsefi perspektif de yatmaktadır.

Goldschmidt için hem cansız doğa hem de canlılar dünyası, çeşitli alt sistemlerin belirli bir düzen etrafında bütünleşmesi ile tanımlanabilecek hiyerarşik bir düzene sahiptir. Organizmalar, bu hiyerarşinin en yüksek örneğidirler. Organizmalar alt sistemlere ve alt sistemler de gittikçe karmaşıklık düzeyi azalacak biçimde, daha alt sistemlere doğru analiz edilebilirler. Organizmalarda hiyerarşinin vurgulanmasının nedeni, onları parçalarının toplamı sayacak basit indirgemeci anlayışa karşı çıkmaktır. Goldschmidt'in Mendelcilere yakıştırdığı bu mantığa göre organizmada gen adı verilen kalıtım atomları vardır ve organizma, bu atomların kısmi etkilerinin toplamından ibarettir. Goldschmidt ise alt sistemlerin etkileşiminden yeni ilişkilerin ve dolayısıyla yeni düzeneklerin doğacağını söyler. Kalıtımı gerçekleştiren maddi düzeneklerin yapısı, bunların fizyolojik ve gelişimsel etkilerinden ayrı olarak incelenemez.

İşin aslı ne Mendelciler ne de Goldschmidt, kalıtsal materyalin fizikokimyasal yapısını, genlerin yapılarını ve boyutlarını analiz edebilecek araçlara sahipti. Genleri doğrudan bir araştırma nesnesine çevirebilmek için gerekli olan moleküler biyoloji teknikleri henüz ortaya çıkmamıştı. Zaten Goldschmidt'in Mendelcilerle anlaşmazlığının temeli, kalıtım birimlerinin fiziksel yapısı veya boyutlarından ziyade kalıtımın nasıl anlaşılması gerektiği sorununa dayanıyordu. Goldschmidt bir fizyolojik ve gelişimsel genetikçiydi. Onun açısından kalıtsal materyalin temel işlevi fizyolojiyi ve gelişimi düzenlemektir. Kalıtsal materyalin yapısı, gelişimsel ve fizyolojik süreçlerdeki işlevi bağlamında anlaşılabilir ikincil bir problemdi. Muller (1966) açısından ise genlerin kendilerini kopyalamaları ve kuşaklar boyunca aktarılmaları birincil önemdedir. Fizyoloji ve metabolizma ise bu süreçlerin birer uzantısıdır.

Goldschmidt (1932), Mendel genetiğinde kalıtımın sembollere indirgenliğini görmüştü ve fizyolojik süreçleri açıklayabilecek bir kalıtım kuramı geliştirmek istiyordu. *Lymantria dispar* adlı güve türünü incelerken iki cinsiyetin de özelliklerini gösteren bir dizi bireye rastlamıştı (Dietrich, 2003). *Lymantria*'da dişiler beyaz üstüne siyah çizgili, erkekler ise kahverenginin tonlarında kanatlara sahiptir. Goldschmidt bu türün iki farklı coğrafi ırkını çaprazladığında ortaya çıkan popülasyonda, birçok birey her iki cinsin özelliklerini değişen oranlarda taşıyordu. Goldschmidt bu tür durumları anlatmak için "aracinsiyet" kavramını kullanır. Bunu açıklamak için birbirini tamamlayan iki teori öne sürer. İlk teoriye, yani cinsiyetin denge kuramına göre hem erkek hem de dişi, erkeklik ve dişilik faktörlerinden birer çift taşırlar. Erkekler her iki faktör için homozigotken (DDEE) dişiler erkeklik faktöründe heterozigottur (DDEe). Denge kuramında bir dişilik faktörü bir erkeklik faktöründen daha baskındır (D>E) ama iki erkeklik faktörü de bir dişilik faktöründen baskındır (EE>D). Farklı coğrafi ırklarda bu cinsiyet faktörlerinin kuvvetleri de farklı olduğu için, yani yukarıdaki denklem bozulduğu için aracinsiyet olgusu ortaya çıkar.

Denge kuramının açıklayamadığı olgulardan biri, aracinsiyetlerin doku- larının erkek ve dişi özellikleri açısından neden mozaik gibi olduklarıdır (Allen 1974, s.559). Goldschmidt'in "aracinsiyetin zaman kuramı"na göre bunun nedeni, cinsiyet belirleyici faktörlerin etkide buldukları gelişimsel aşamalardaki farktır. Cinsiyet belirlenmesinde dönüm noktasından önce gelişen özellikler, o an baskın olan faktör tarafından, sonraki aşamadaki özellikler ise dönüm sonrası baskın olan cinsiyet faktörleri tarafından belirlenir (Allen, 1974, s.557).

Bu iki kuramın ortak özelliklerinden biri, tüm eşeyli canlılara uygulanabileceği kadar genel olmalarıdır. Goldschmidt güvelerde gözlediği bir yasayı memelilere de uygulanabilecek şekilde uyarlamayı amaçlıyordu. Bir diğer ortak nokta, Mendelci kesikli özellikler yerine süreklilik gösteren, hatta bir seri oluşturan özelliklerin tercih edilmesidir. Burada Goldschmidt'in düşüncesinin temellerinden biriyle karşılaşırız: Süreklilik esastır, kesintili süreçler ise süreklilik arka planında anlaşılmalıdır. Üçüncü ortaklık ise genetik olguların fizyoloji ve gelişim ile ilişkileri içinde anlaşılmasıdır. Lymantria'da aracinsiyet kalıtsal faktörler tarafından sağlanırken memelilerde hormonlar da işin içine girer. Ancak her iki durumda da cinsiyet belirlenimi, fizyolojik faktörlerin üretim hızları, üretimin zamanlaması ve bunların gelişim sürecinin bütünü üzerindeki etkileri aracılığıyla açıklanır.

Goldschmidt, aracinsiyet problemine getirdiği çözümün, daha genel bir kalıtım kuramının ana hatlarını verdiğini söyler (Goldschmidt, 1932, s. 341). Bu teoride her gen ayrı bir zincirleme reaksiyonu kontrol eder. Aracinsiyet olgusu, erkekliği belirleyen gen (ler) ile dişiliği belirleyenlerin kontrol ettikleri zincirleme reaksiyonların hızları arasındaki fark ve bu farklardan kaynaklı dengesizlikten kaynaklanır. Hızlı olan reaksiyon diğerini domine edeceği için cinsel farklılaşmayı dönüm noktasına kadar kontrol altında tutar. Dönüm noktasında ise kontrol bir genden öbürüne geçer.

Bu genel kalıtım kuramının, klasik aktarım genetiğinde alışık olmadığımız, dinamik bir karakteri vardır. Bu kuramda genler, gelişimsel ve fizyolojik bir modelin parçası haline getirilmiştir. Daha da ilginç, genlerin yapısaldan ziyade fizyolojik etkileriyle tanımlanmalarıdır. Goldschmidt'in 1910'lardan itibaren ısrarla savunduğu fizyolojik genetik kuramında, Mendel'ci gen kavramına yöneltilen temel eleştiri, fizyoloji ile bağı koparılmış, sadece sembolere indirgenmiş bir kavramın kalıtım olgusunu açıklayamayacağıydı. 1930'larda derinleştirdiği fizyolojik genetik kuramında kilit kavram koordineli reaksiyon hızlarıdır. Cinsiyet belirlenimini açıklarken, reaksiyon hızı farklarının cinsel açıdan dimorfik karakterleri -örneğin Lymantria güvelerinde kanat desenleri- nasıl etkilediğine değindik. Goldschmidt için buradan çıkan sonuçlar, kısmi revizyonlarla tüm gelişime uygulanabilirdi çünkü cinsel dimorfizm gösteren bir organdaki farklılaşma -örneğin böceklerde genital organlar- ile aynı organın iki farklı türdeki farklı gelişimi arasında nitelikçe fark yoktur. Goldschmidt bu benzerliği şöyle anlatır:

“... aynı organın tüm karmaşık formlarının düzenli tarzda elde edildiğini, yani reaksiyon hızları sisteminin koordinasyonundaki bir değişimin sonucu olduğunu eklersek, benzer bir kavrayışın tüm morfojenetik süreçlere, yani genel olarak gelişime uygulanması gerektiği sonucuna ulaşırız” (1932, s. 344-345).

Goldschmidt, bu modelde değişkenlerin biyolojik anlamlarını değiştirerek, yeni değişkenler katarak veya eşik değerleriyle oynayarak her duruma uyacak modeller geliştirilebileceğini iddia eder. Kısacası Goldschmidt, çeşitli modifikasyonlarla yeni durumlara uyarlanabilecek ve kalıtım-gelişim-fizyoloji üçlüsünü birleştirecek bir *arketipik* model aramaktadır. Böyle bir modelde genler, fizyolojik ve gelişimsel etkileriyle tanımlanırlar. Sistemin kendisi, kimyasal reaksiyonların zamanlamasıyla düzenlendiği için, bu zamanlamadaki değişimler -ister genetik ister çevresel olsun- mutant fenotiplere yol açacaktır. Goldschmidt, ısı şoku gibi yöntemler kullanarak gelişime müdahale ettiğinde Mendelci mutasyonların fenotipik birer kopyası olan (fenokopya) özellikler ortaya çıktığını bizzat gözlemlemişti ve bunları kendi fizyolojik kuramının kanıtı sayıyordu. Böylece, reaksiyon hızlarında ortaya çıkan değişimler hem fenokopyaları hem de genetik mutasyonları tek model altında kapsamış oluyordu. Goldschmidt’in bilimde değer verdiği tipte açıklamalar, çok çeşitli olguları basit bir niceliksel model altında tutarlı biçimde birleştiren açıklamalardı.

Morgan’ın öğrencileri ise deneysel kanıtların gücünü, genellik veya birleştiricilik gibi erdemlerden daha üstün tutuyorlardı. Örneğin Morgan, kendinden önceki kuşaktaki büyük kuramlara, özellikle de Weissman ve Spencer gibi isimlerin spekülatif teorilerine şüpheyle bakıyor, deneysel kanıtın ötesine geçmemek gerektiğini iddia ediyordu (Sturtevant, 1965/2001). Morgan’ın öğrencilerinden Alfred Henry Sturtevant (1965/2001), Goldschmidt’in zaman yasasını anlatmak için kullandığı grafiklerin deneysel verilere dayanmadığını, tamamen varsayımsal olduklarını söylemişti. Mendelciler, deneysel olarak çalışılmaya uygun hipotezlere değer veriyordu. Bu hipotezlerin ne kadar kapsayıcı oldukları ikincil önemdeydi. Kısacası, Goldschmidt ve Ortodoks Mendelciler arasındaki anlaşmazlığın somut deneysel verilerden ziyade teorik temeller ve bilim yapma tarzı konularında olduğunu iddia edebiliriz.

Goldschmidt’in (1954) kendisi de tartışmanın olgusal değil felsefi olduğu görüşündeydi. Ona göre, tartışma, bazı kanıtların belirsizliğinden veya henüz genel kabul görmemiş olmalarından kaynaklanmaz. Epistemolojinin diliyle söylersek, sorun kanıtlarda değil, onları değerlendirmede, genel bakış açısında, kanıtları yorumlamada düğümlenmektedir. Goldschmidt, bu farkı anlatmak için dünya görüşü anlamına gelen *Weltanschauung* kavramını kullanır. Genetikte iki temel felsefe, iki farklı dünya görüşü vardır. Bunlardan ilki, statik veya istatistiksel dünya görüşü, ikincisi ise dinamik veya fizyolojik dünya görüşüdür. Statik felsefe, aşırı atomculuk

ve aşırı seçilimcilik ile tanımlanır. Aşırı atomculuktan kastedilen, basit bir Mendelci kalıtım yolu izlemeyen, yüksek değişkenlik gösteren özellikleri açıklamak için her seferinde, henüz saptanmamış yeni genler açısından varyasyon olduğunu varsaymaktır. Castle vakasında temel gene ek olarak çok sayıda modifiye edici gen varsayılması bu duruma bir örnektir.

Aşırı seçilimcilikten kastedilen, organizmalarda gözlenen her yeni özelliğe bir uyum değeri atfedilmesi, her türden özelliğin doğal seçim ile açıklanmasıdır. Goldschmidt'in savunduğu dinamik felsefe ise genlerin fizyolojik etkilerinin gelişimsel sistemin bütünlüğü içinde anlaşılması gerektiğini, bu sistemin potansiyelinin, yeni genler, gen sistemleri veya adaptasyonlar varsaymaya gerek bırakmadığını, bağımsız olarak doğrulanmadıkları sürece bu tür sistemler varsaymanın metodolojik tutumluluk ilkesine aykırı olduğunu söyler.

Goldschmidt ile Ortodoks Mendelciler arasındaki anlaşmazlıkta Goldschmidt'in kuramsal perspektifinin ne kadar önemli bir faktör olduğu anlaşılması olmalıdır. Castle vakasında anlaşmazlık bir deneyin sonucuna bağlıymış gibi görünmesine rağmen Goldschmidt'in Mendelci genetiğe karşı çıkışı DNA'nın ikili sarmal yapısının keşfedilmesinden sonra (1953) bile sürmüştür. Bu farkın açıklanması konusunda kimi ipuçlarını şimdiye kadar anlattığımız hikâyede sunduk. İki vakanın felsefi kıyasını ise bir sonraki bölümde sunacağız.

V. Castle ve Goldschmidt: Teori, Metod ve Kültür

Castle ile ortodoks Mendelciler arasındaki tartışma, genlerin aktarım, zıgot oluşumu ve seçim gibi süreçlerde değişip değişmedikleri üzerineydi. Hem Castle hem de karşıtları için Mendelci genlerin varlığı, bunların ayrıştırılmasında kullanılan metodoloji, çaprazlama deneylerinde ortaya çıkan oranların nasıl yorumlanacağı konusunda mutabakat vardı. İki taraf farklı model organizmalarda aynı ilkeleri kullanarak genetik analiz yapıyorlardı. Castle, gamet saflığı ilkesini gevşeterek başlıklılık gibi basit Mendelci yol izlemeyen bir karakterin kalıtımını açıklamak istemişti. 1914'e gelindiğinde, deneyin sonuçları, gen değişimine olanak tanıyacak biçimde belirsizdi. 1919'da öğrencisi Sewall Wright'ın önerisiyle yaptığı kontrol deneyi sonuçlanmış ve Mendelci hipotez doğru çıkmıştı.

Yüzeysel olarak bakıldığında Castle vakası, kanıtlara en uygun hipoteze inanmanın tek rasyonel tavır olduğunu destekler gibi görünmektedir. Ancak bu vaka da bir hipotez ve kanıtların ilişkisine sıkıştırılamayacak kadar zengindir. Castle'ın Mendelciliği sulandırma çabaları biyoloji camiasında Mendelciliğe karşı duyulan genel bir rahatsızlığın ifadesidir ve bu rahatsızlığın altında, "kanıtların yetersizliği"nden çok daha fazlası vardır.

Mendel genetiği 1900 yılında yeniden keşfedildiğinde, biyolojiye hâkim olan genetik fikirler Weismann, Darwin ve Spencer gibi çaplı teorisyenlerin spekü-

lasyonlarına dayanıyordu. Bunların yanında, Francis Galton'ın biyometrik kuramı ve Hugo De Vries'in mutasyon kuramı da etkiliydi. Morgan, Mendel kuramıyla ilk kez karşılaştığında, deneysel embriyoloji çalışan bir zoologdu ve Mendelci faktörleri, Nageli'nin idioplazm teorisine ve Weissman'ın ölümsüz genetik atomlarına benzettiği; bu görüşleri de modası geçmiş preformasyonculukla özdeşleştirdiği için Mendel ilkelerini reddetmişti (Benson, 2001). Castle, Morgan ile aynı kuşaktan gelen bir zoologdu ve Morgan'ın 1910'larda hızla yükselen öğrencilerinin -Sturtevant, Bridges, Muller- aksine, aktarım genetiğiyle sınırlı bir bakış açısına sahip değildi. Mendel genetiğini kabul edip araştırma ajandasının başına yazmasından sonra bile teorinin çeşitli yönlerine karşı çıkmayı sürdürdü. Mendel'in segregasyon ilkesini gevşetmek istemesinin altında sadece başlıklı sıçanlarla ilgili deneylerinin sonuçları değil, evrim ve ıslahla ilgili fikirleri de yatıyordu.

Yirminci yüzyılın ilk çeyreğinde Mendel genetiği ile Darwin'in evrim kuramı arasında uzlaşmazlık olduğu görüşü hakimdi. Darwinci doğal seçimde tedrici değişim esasken Mendel genetiğinin birimleri kesikliydi. Mutasyon, sıçramalı bir değişime tekabül ediyordu ve bunun tedrici evrimle uzlaştırılamayacağı düşünülüyordu. Morgan'a göre Darwin'in kuramındaki temel sorun, doğal seçilimin yenilik ortaya çıkarmayan, sadece çeşitliliği azaltan negatif bir kuvvet olmasıydı. Seçilim, bir popülasyonda kalıtılabilir bir özelliğin ortalama değerini değiştirebilirdi ama popülasyonda bulunan genetik çeşitliliğin ötesine geçemezdi, yani yeni bir özellik ortaya çıkaramazdı (Morgan, 1916, s.154). Yeni özellikler mutasyonla ortaya çıkabilirdi ve Morgan'ı De Vries'in mutasyon kuramı aracılığıyla Mendel genetiğine taşıyan da evrimsel değişimleri deneysel olarak çalışılabilir fenomenlere dönüştürme isteği olmuştu.

Castle açısından Mendel-Darwin uzlaşmazlığının çözümü, doğal seçilimin gücünü reddetmekte değil, Mendelin segregasyon ilkesini gevşetmekte yatıyordu. Zaten Castle için genetik, evrimin sadece bir alt dalıydı (Castle, 1916, s.4). Dolayısıyla asıl önemli olan evrimsel mekanizmalarda ve kalıtım ancak evrimi açıkladığı ölçüde önemliydi. Morgan da genetik çalışmalarına evrimi anlamak için girmişti ve sirke sineği çalışmalarını aktarım genetiğini anlamak için değil deneysel evrim çalışmak için başlatmıştı (Kohler, 1994). Ancak 1910'dan itibaren karşılaştığı mutasyonlar, bunların aktarım biçimi ve 1913'te ilk kromozom haritasını ortaya çıkarması onu yeni bir yola sokmuştu. Castle ise 1903'ten ölümüne kadar tüm çalışmalarını genetiğin evrim ve hayvan ıslahı ile ilişkisine vakfetmişti (Dunn, 1965, s. 39).

Hayvan ıslahı, doğada kendiliğinden gerçekleşen doğal seçim sürecinin iplerini insana vermek açısından önemli görülüyordu. Eğer kalıtımın ilkeleri bilinirse, bu bilgi yetiştiricilikte ve ıslahta kullanılabilir, istenen türde soylar elde edilebilecekti. Castle'ın (1912) Mendel genetiğinden beklentisi, seçici çiftleştirme sayesinde istenen özellik kombinasyonlarına ulaşılabilmesiydi ancak pratikte sonuçların hiç de böyle olmadığını bizzat tecrübe etmişti. Mesela kürk rengini

belirli bir yönde değiştirmek için yapılan seçici çiftleştirme, çok kısa sürede istenen sonucu verse bile ortaya çıkan soylar, atalarının birçok faydalı özelliğini kaybediyordu. Yapay seçilimin ne kadar zahmetli bir iş olduğunu bilen Castle, ortodoks Mendelcilerin değişmez kalıtım atomları fikrinin revize edilmesi gerektiğini düşünüyordu. Castle, ıslahçıların pratik ihtiyaçlarıyla Mendelcilerin teorik fikirlerinin -örn. değişmez kalıtım birimleri- uyuşmadığını görmüştü (Castle, 1914). Özellikle niceliksel varyasyon gösteren özellikleri açıklamak için Mendelci faktörlerin seçim ile kısmen değiştirilebilir olduğunu iddia etti. Böylece seçim süreci insan kontrolüne girebilecek, seçim ile popülasyondaki mevcut varyasyonun ötesine geçmek mümkün olacaktı.

1919 yılına gelindiğinde Castle hem genlerin değişebilirliği fikrinden hem de seçim kontrol etme hayalinden vazgeçmişti: “Şu anda elbette, evrimsel değişimin yönü konusunda, doğaya öncülük etmek yerine onu takip etmeliyiz” (Castle, 1919a, s. 375). Gamet saflığı ilkesi üzerine yapılan tartışma sona ermişti. Ancak Castle burada durmadı ve Mendel genetiğinde revizyonlara gidilmesi için çabasını sürdürdü. Gamet saflığı doğru olmasına doğruydu ama niceliksel varyasyon gösteren özellikleri açıklamakta halen yetersizdi. Niceliksel varyasyon gösteren özellikler hayvan ve bitki ıslahçılarının en çok önemseydiği özelliklerdir çünkü ekonomik açıdan önemli olan özellikler bunlardır. Örneğin bir sığır soyunda kas miktarı, süt verimi gibi ekonomik açıdan önemli özellikler, klasik Mendelci modellerdeki gibi birkaç lokustaki birkaç allelin kombinasyonu tarafından belirlenmediği için Castle, alternatif kalıtım modelleri öne sürmeye devam etti. Castle (1933) için kromozomal kalıtım bu türde özellikleri açıklamakta yetersizdi ve sitoplazmik kalıtımı da devreye sokmak gerekiyordu. Görüldüğü üzere Castle, orijinal pozisyonunu değiştirse bile, ortodoks Mendelci açıklamanın sınırlarının dışına çıkma isteğini korumaya devam etti. Castle’ın düşünsel evriminde korunan öge, hayvan ve bitki yetiştiriciliğinin pratik ihtiyaçları, evrimsel sorunların çözümü gibi meseleler ile Mendel genetiği arasındaki uyuşmazlıkları, Mendel genetiğini esneterek ortadan kaldırmaktır. Castle 1903-1919 arasında bu uyuşmazlıkları, değişebilir, birbirine karışabilir kromozomal genler varsayarak çözmeye çalışırken daha sonra kromozom dışı kalıtım mekanizmalarına başvurmaya başladı.

Yukarıda söylenenlerden çıkan felsefi sonuçlardan belki de en önemlisi, epistemik anlaşmazlığın, sınırları kesin hatlarla belirlenmiş bir önermenin doğruluğu veya yanlışlığını, kanıtlara uygunluğunu aşan faktörleri de ihtiva etmesidir. Gamet saflığı ilkesinde kanıtlar belirleyici olmuş olabilir, ancak Mendelci çerçevenin yetersizliği konusunda yaşanan anlaşmazlık yeni kanıtları ve hipotezleri devreye sokmayı gerektirmiş, tartışma farklılaşmış bir halde devam etmiştir. Öyleyse bu anlaşmazlık tarafların tavrındaki değişmeyi, sabit bir önerme ve sabit bir kanıt kümesi arasındaki mantıksal ilişkilerle açıklamak yerine, hipotezlerin içeriğindeki değişimlere odaklanarak açıklamak daha doğru olacaktır.

Castle vakası, epistemik denk kavramının işlevselliğini değerlendirmek için de kullanılabilir. İkinci kısımda anlattığımız üzere epistemik denk, aynı kanıt kümesine sahip olan ve bu kanıtları değerlendirme kapasitesi aynı olan kişileri anlatır. Bu kriterlere göre Castle ve Morgan ekolü -daha spesifik olarak Hermann Muller arasındaki anlaşmazlık, bir denk anlaşmazlığı sayılabilir mi? Aşağıda göstereceğimiz üzere, bu anlaşmazlıkta epistemik denklik kavramını uygulayabilmek için tüm koşulları gevşetmek zorunda kalırız.

Castle ve Muller'in kısmen örtüşen bir literatürü takip ettikleri, makalelerinin bibliyografya kısımlarından anlaşılabilirdi. Muller Drosophila, Castle ise memeli genetiği çalıştığı için, ellerindeki kanıtların tamamen örtüşmediği kesindir ama tartışmayı yürüttükleri makalelerde ortak referanslardan faydalanıyorlardı. Ayrıca açıklama öncelikleri farklı olduğu için, aynı kanıtlara atfedilecek ağırlıkların farklı olduğu da söylenebilir.

Kanıtları değerlendirme yetenekleri açısından eşit olup olmadıklarını belirlemek içinse elimizde objektif bir kriter bulunmuyor. Hem Castle hem de Muller, Mendel genetiği alanında uzman kişilerdi ancak tartışmanın başladığı 1914 yılında Muller henüz doktorasını yapıyordu. Castle ise kendini çoktan ispat etmiş, 50'nin üzerinde akademik yayını olan bir araştırmacıydı (Dunn, 1965). 1919'a geldiğinde Muller de kendini ispat etmiş olsa bile, yayın sayısı halen çok daha azdı. Yayın sayısı kriterine göre denk olmadıkları açık olmasına rağmen iki taraf da eleştirilere cevap vermeye tenezzül ettiğine göre en azından ikisinin birbirini denk saydığını düşünebiliriz. Muller'in bu kadar ciddiye alınmasında, argümanlarının dayanakları kadar, Morgan ekolünü temsilen konuşmasının da payı vardı.¹⁴ Bu vaka özelinde konuşursak, bilim insanları birbirini, argüman ve kanıtların kalitesine bakarak denk saymaktadır, De Smidt ve Cruz'un (2013) yayın sayısı ve etkisi kriterine aldırış etmemektedirler.

Bir diğer önemli tartışma başlığı, anlaşmazlığın kendisinin tarafları fikirlerini yumuşatmaya itip itmeyeceği sorunudur. Bu konuda analitik epistemoloji literatüründe uzlaşmacı olarak adlandırdığımız yaklaşımın temel tezi, denklemler arası anlaşmazlığın fikir değiştirmek için kuvvetli bir itki sağlaması gerektiği yönündedir. Castle ve Morgan ekolü arasındaki tartışmada ise anlaşmazlığın kendisinin hiç önemsenmediğini görüyoruz. Ne Castle ne de eleştirdiği bilim insanları, sadece anlaşamıyor oldukları olgusundan yola çıkarak fikirlerini yumuşatmaya veya askıya almaya tenezzül etmiştir. De Smidt ve Cruz'un (2013) ve daha öncesinde Lugg'un (1978) söyledikleri gibi anlaşmazlık, tarafları yeni kanıtlar aramaya, iki hipotezden birini çürütecek kritik deneyler yapmaya, tezlerini sarıhlaştırmaya itmiştir. Bu anlamda, anlaşmazlığın prematüre biçimde bitirilmesi yerine sürdürülmesi, tarafların bireysel tavırlarının rasyonel olup olmadığından ayrı olarak, bilimin gelişimine katkı yaptığı için olumludur.

14 Muller'in (1914) argümanının en kuvvetli dayanağı, Johannsen'in fasulyelerle yaptığı saf soy deneylerinde seçici çiftleştirmenin bir sürede sınıra dayandığını göstermesiydi.

Goldschmidt-Mendelci anlaşmazlığı, Castle vakasıyla bir dizi fark barındırıyordu. Bu farklardan en önemlisi, Castle ve ortodoks Mendelciler arasında metodolojik ve felsefi ayrışmanın minimum düzeyde olması, Goldschmidt'le ayrışmanın ise daha derin olmasıdır. Castle, ikinci kısımda anlattığımız üzere, ABD'ye Mendelci genetik analizi taşıyan bilim insanlarından biriydi. Morgan'la aynı kuşaktan gelmiş, benzer bir eğitim süreci yaşamıştı. Goldschmidt ise, Almanya'da idealist morfolojinin etkisi altında eğitim almıştı. İdealist morfolojinin Goldschmidt üzerindeki etkileri onun aşırı genellemeciliği ve indirgemeci açıklamalar yerine bütüncül açıklamaları tercih etmesiyle kendini belli ediyordu.

İdealist morfoloji, 19. yüzyıl ve 20. yüzyılda Alman biyolojisinde oldukça etkili bir ekoldü. Bu ekolün tüm üyelerinin, şu veya bu şekilde Alman düşünürü J. W. Goethe'nin biyoloji çalışmalarından etkilendikleri, dolayısıyla Goethe'nin bu ekolün kurucusu olduğu yaygın kabul gören bir iddiadır (Levit ve Meister, 2006). Goethe (1790/2009), bitkilerin gelişimi hakkında yaptığı çalışmalar sonucunda, doğanın birçok farklı organı, tek bir organı dönüştürerek ortaya çıkardığı sonucuna varmıştı. Bu atasal veya arketipik organ -örneğin bir papatyanın yaprakları- aslında bir ideal formdu ve gelişim, bu formun belirli süreciydi. İdealist morfolojinin tipolojik yaklaşımında da vücut planı (Bauplan), birçok canlıda ortak ve canlıların farklılığı, bir tema üzerine varyasyonlar gibi görülüyordu. Hatta idealist morfolojinin önemli teorisyenlerinden Wilhelm Troll, bitkilerdeki ortak biçimsel özelliklerden yola çıkarak, bir formu diğerinin dönüştürülmüş hali olarak gösteren, böylece birçok formu birbirine bağlayan "tip çemberleri" çizmişti (Levit ve Meister, 2006, s. 291). Goldschmidt, idealist morfologlar gibi evrimi reddeden veya ideal formlar peşinde koşan bir bilim insanı değildi ancak, bir formun (örneğin bir organ) bir bütün olarak dönüşümünü, tekil genlerdeki değişimden önemli gördüğü için idealist morfolojiye yakınsıyordu.

İdealist morfolojinin sloganlarından biri şuydu: tikel organizmaların genel tiplerle olan ilişkisi, genel yasalarla yasanın örnekleri arasındaki ilişki gibidir (Rieppel 2011, 322). Diğer bir deyişle, nasıl tikel bir fiziksel olay -örneğin serbest düşme- bir fizik yasasını örnekliyorsa, tikel organizma da genel tipi örnekler. Goldschmidt, anatomi ve morfoloji eğitimi de almış bir fizyolojik genetikçiydi ve Hertwig'in morfolojik anlayışından etkilenmiş olmalıydı (Dietrich, 2003). İdealist morfolojide ifadesini bulan, organizma türlerini bir tema üzerindeki varyasyonlar gibi gören genellemeci anlayışın, Goldschmidt'in genetiğe yaklaşımını etkilediği söylenebilir. Jan Sapp'ın (1987) Goldschmidt'i anarken başvurduğu ifadenin "tek bir formül altında kapsamak" olması, boşuna değildi.

Goldschmidt'in yetiştirdiği gelenek, onu her açıdan Amerikalı meslektaşlarından farklı düşünmeye itiyor, bu da aralarındaki anlaşmazlığın basitçe kanıtlara dayalı olarak çözülmesini zorlaştırıyordu. Goldschmidt, Morgan ve öğrencilerinin çok yetenekli birer deneysel biyolog olduklarını kabul ediyordu ancak onların ge-

netik olguları çok dar bir bakış açısıyla yorumladıklarını söylüyordu (Harwood, 1993a, s. 50). Morgan'ın öğrencileri, aktarım genetiğinde uzmanlaşmış, dar ve özgül problemleri deneysel yöntemlerle çözmeye çalışan kişilerdi. Goldschmidt ise, mevcut biyolojik bilgiyi bütünleştirmeye çalışan, Dietrich'in (2000) deyiimiyle "her şeyi kucaklayan kavramsal bir sentez" peşinde koşan bir biyologdu (s. 110).

Goldschmidt'in *Physiological Genetics* (1938a) veya *The Material Basis of Evolution* (1940) kitaplarına göz gezdirmek bile, ne kadar geniş bir literatüre hâkim olduğunu ve bu literatüre, sistem inşa eden Alman filozofları gibi yaklaştığını göstermeye yeter. Goldschmidt, genetik, fizyoloji, evrim, hatta biyokimya literatürüne hâkim, bunları sentezlemeye çalışan bir bilim insanıydı. Bu özelliği, Alman bilim insanlarının genel entelektüel düzeylerinin yüksekliği ile de bağlantılıydı. ABD genetik camiasında çalışılan problemin sınırları içinde kalmak kural iken, Goldschmidt'in içinden geldiği kültürde, genetik fenomenleri, biyolojinin bütünü içinde değerlendirmek esastır.¹⁵ Bu ölçüde kapsamlı farklar, anlaşmazlığın seyrini etkilemişti. Goldschmidt'i ikna edecek bir kritik deneyden söz edemeyiz. Aynı şekilde Mendelcileri Goldschmidt'in perspektifine ikna etmek de herhangi bir deney sonuçlarıyla gerçekleşecek bir durum değildi. Anlaşmazlıkta galibi belirleyen, pragmatik faktörlerdi.

Ortodoks Mendelciler, atomcu genetik anlayışı bir araç gibi kullanarak birçok faydalı bilgi elde etmişlerdi. Örneğin, sirke sineğinde yüzlerce mutasyonun hangi kromozom bölgelerini etkilediğini bulmuş, memelilerde kürk rengini belirleyen genleri keşfetmiş, X ışınlarını kullanarak mutasyon hızını denetim altına alabilmişlerdi (Muller, 1927). Mendelcilerin spesifik problemlere odaklanmaları ve adım adım ilerlemeleri, moleküler biyolojinin doğuşunda onların daha çok söz sahibi olmasını sağladı. "Bir gen bir enzim" hipotezi, Mendel genetiği ve biyokimyanın senteziyle ortaya çıkmıştı ve moleküler biyolojinin ortaya çıkışında bir mihenk taşıydı (Beadle ve Tatum, 1941).

Ayrıca ana akım evrim kuramı da Mendel genetiği ile Darwin'in evrim kuramının bir sentezi olarak ortaya çıkmıştı. Modern sentez adı verilen bu evrim anlayışının önemli temsilcilerinden Dobzhansky (1951), Mendelci mutasyonların genetik çeşitliliğin ana kaynağı olduğunu, doğal seçilim yoluyla uyarlanmanın da evrimin temel mekanizması olduğunu ilan ediyordu. Modern sentezin kurucularından Ronald A. Fisher da Mendel genetiği ile tedrici evrimin uzlaşabildiğini matematiksel olarak kanıtlamış, tedrici genetik varyasyon üzerinde işleyen doğal seçilimin evrimin temel kuvveti olduğunu söylemişti (Fisher 1918, Fisher 1930). Goldschmidt (1940) ise tedrici evrime karşı çıkıyor, yeni taksonların ortaya çıkışını, tüm gelişimi tek seferde etkileyecek sıçramalı genetik değişimlerle açıklıyordu.

15 Alman ve Amerikan genetik camiaları arasındaki düşünme, yaşam tarzı, dünya görüşü farklarını somut örneklerle görmek isteyenler, Jonathan Harwood'un (1993a) *Styles of Scientific Thought* kitabına başvurabilirler.

Mendel genetiği ve Darwinci evrim kuramının sentezlenmesi ve bunun ana akım evrimsel anlayış haline gelmesi, Goldschmidt henüz hayattayken gerçekleşti. Benzer şekilde, “bir gen bir enzim” hipotezi de aynı dönemde popülerleşti. Bu “yenilgilere” rağmen Goldschmidt’in tezlerinden vazgeçmemesi akıl dışı bir inatçılığın ürünü müydü yoksa makul nedenlere mi dayanıyordu? Bu soruya “her ikisi de” diyerek yanıt verilebilir. Goldschmidt, daha önce andığımız büyük çaplı metodolojik, felsefi, kültürel farklardan ötürü, verileri Mendelcilerden farklı yorumlamakta haklı olabilirdi. Mendel genetiğinin gelişimi ve fizyolojiyi büyük oranda es geçen yaklaşımındaki kusurlara işaret etmesi de yerindeydi. Ancak Goldschmidt’in kendi pozisyonu da sandığı kadar kuvvetli değildi. Kromozomlarda yeniden düzenleme ile sıçramalı evrimin gerçekleşeceği tezi veya cinsiyetin zaman yasasını ifade ettiği grafikler için elinde kanıt yoktu, zaman yasasıyla ilgili deneyleri ise tekrarlanamamıştı (Deichmann, 2011, s.7-8).

Goldschmidt, hikmetinden sual olunmaz Alman profesörler kuşağının bir parçasıydı. Kaiser Wilhelm Enstitüsü Almanya’nın en prestijli bilimsel kurumlarından biriydi ve Goldschmidt 1914 yılından 1935 yılına kadar burada hayvan genetiği bölümünün başkanlığını yürüttü. Alman profesörler sınıfı, kendini entelektüel aristokratlar olarak gören bir sınıftı (Harwood, 1993b, s. 485). Goldschmidt’in de bu kültürün bir parçası olmasını, onun fikirlerine sıkıca sarılmasının, hatalarını düzeltmemesinin nedenlerinden biri sayabiliriz. Goldschmidt’in “profesör inadı”, Mendelcilerle tartışmalarına özgü değildi, çok daha basit konularda da kendini gösteriyordu. 1905 yılında *Zoogonus rubellus* adlı canlıyla ilgili çalışmalarında kromozomları yanlış saymış, hatası kendine gösterildiğinde bile fikrinden vazgeçmemişti (Stern, 1965, s.148-149). Amerikan genetikçileri ise oldukça farklı bir kültürün parçasıydı.

Columbia Üniversitesi’nde Morgan’ın laboratuvarında Morgan ve öğrencileri eşitler olarak görülüyor, kimin neyi önce bulduğu önemsenmiyor, kanıtlar ve argümanlar ünvanlardan üstte tutuluyordu (Sturtevant, 1965/2001). Deneysel veriye dayanmak ve spekülasyondan kaçınmak, Morgan’ın en çok değer verdiği erdemlerdi. Morgan’ın kuşağından biyologlar, betimleyici ve spekülatif tarzda yapılan biyolojiye karşı büyük bir tepki duyuyorlardı (Allen, 1969). Morgan’dan önceki kuşak Amerikan biyologları Avrupa’da eğitim görmüş ve dolayısıyla, yukarıda anlattığımız idealist morfoloji ve doğa tarihinin betimleyici-spekülatif yöntemleriyle eğitim almışlardı. Morgan da bu türde bir eğitimle kariyerine başlamış ancak kısa bir süre içinde deneysel çalışmalara yönelmişti. Morgan’a (1916) göre deneysel yöntemin temel avantajı, hipotezleri test etmeye olanak sağlamasıydı. Hatta Morgan genetik gibi yeni gelişen bir bilimde ilerlemenin, doğrulanmamış spekülasyonlardan ziyade, her yeni düşüncenin teste tabi tutulmasıyla gerçekleştiğini söylemişti (Morgan, 1922, s.164).

Morgan'la aynı kuşaktan ve kültürden gelen Castle'in, tek deneyle fikrin-den vazgeçmesinde, aynı epistemik değerlerle yetişmiş olmasının payı vardı. Dunn'ın (1965) aktardığı bir anektoda göre Castle 1919 yılında eşine, gamet saf-lığı konusundaki fikrinin değiştiğini söylediğinde eşi ona, son zamanlarda çok sık fikir değiştirdiğini söylemiş, Castle da bunun olumlu olduğunu çünkü ilerlemenin alamet-i farikası olduğunu söylemişti (s. 44).

Goldschmidt vakası ile Castle vakası arasında yukarıda anlatılan neden-lerden kaynaklı farklar olmasına rağmen kimi önemli benzerlikler de vardır. Goldschmidt vakasında da anlaşmazlığın kendisi, tarafların düşünceleri üzerinde herhangi bir etkide bulunmamıştır. Ancak anlaşmazlık, yeni kanıtların ve karşıt argümanların ortaya çıkmasını tetiklemiş, böylece iki tarafı da düşüncelerini yeni-den gözden geçirmeye itmiştir. Örneğin Hermann Muller, pozisyon etkisi olgu-sundan yola çıkarak, gen tanımının esnetilmesi gerektiğini söylemiş, Goldschmidt ise Mendelci genler varsayımının, en azından didaktik açıdan faydalı olduğunu söylemiştir. Morgan (1926), doğrudan Goldschmidt'in adını anmasa da, genlerin varlığına karşı çıkanların aslında, "gen=fenotipik özellik" gibi yanlış bir gen an-la-yışını kendilerine yakıştırdığını söylemiş, kendi görüşlerinin çok daha derinlikli olduğunu kanıtlama ihtiyacı duymuştur.

İki tarafın karşılıklı tavizler vermesi, analitik epistemolojideki uzlaşmacı görüşe kanıt olarak gösterilemez çünkü tarafları denk saysak bile¹⁶, anlaşmazlık-ğın kendisi değil yeni kanıtlar düşünsel değişimi tetiklemiştir. Daha da önemlisi, anlaşmazlığının evrimi, sabit ve atomik bir önerme karşısındaki tutumların değiş-mesinden ziyade, inanılan önermenin içeriğindeki değişimler yoluyla gerçekleş-miştir. Dolayısıyla, uzlaşmacı epistemologların öne sürdükleri "inancı askıya alma" (Feldman, 2006) veya inancın kuvvetini düşürme (Christensen, 2007) gibi model-ler, düşüncelerin birlikte evrimini açıklamakta yetersiz kalırlar çünkü bu modeller, önermelerin içeriklerindeki değişmeyi gündeme bile almazlar.

Bir diğer ortak nokta, iki anlaşmazlığın da tekil önermelere sınırlandırılma-mamasıdır. Castle'in değişmez ve saf genlere karşı çıkmasının nedeni, Mendelcili-ğın evrim ve ıslah konularında, özellikle niceliksel özellikleri açıklamakta yetersiz kalmasıdır. Genlerin değişmezliğini reddetmek, Mendel genetiğinin teorisinde ve pratiğinde ciddi revizyon gerektireceği için aslında birçok önermeyi birden ilgilendirmektedir. Goldschmidt ise Mendelcilerin felsefesini ve pratiğini toptan hedef tahtasına oturtmuş, genlerin varlığını reddederek daha da radikal bir revizyona kapı aralamak istemiştir.

İki vaka da, Fogelin'in (1985) tabiriyle birer "derin anlaşmazlık" örneğidir. Fogelin'e göre derin anlaşmazlık, temel varsayımlardaki uzlaşmazlığa dayandığı

16 Goldschmidt için epistemik denkliği varsayıp geçmemizin nedeni, Castle vakasında görüldüğü üzere, bu kavramın, *fazlasıyla* gevşetilmeden kullanılamayacağına zaten açık olmasıdır.

için rasyonel çözümü olmayan, normal bir tartışma şeklinde sürdürülemeyecek bir anlaşmazlıktır. İki taraf da eşit derecede dürüst, tutarlı, kanıtlara saygılı olsalar bile, sadece rasyonel faktörlerle birbirini ikna edemezler. Biz ise bir anlaşmazlığa derin derken, bu kadar radikal ve karamsar bir tez öne sürmüyoruz. Söylemek istediğimiz sadece, incelediğimiz vakalardaki anlaşmazlıkların analitik epistemolojide örnek olarak verilen basit anlaşmazlıklara nazaran daha derin olduğudur. Bizce derinlik, dereceleri olan bir sıfattır ve Castle-Goldschmidt vakaları, ikinci kısımda yer verdiğimiz restoran hesabı örneği gibi vakalara göre daha derin anlaşmazlık örnekleridir. Burada derinlik kriterimiz, metafizik varsayımlar, problem çözme yöntemleri, kanıt türlerine verilen ağırlık, epistemik değerler, kültürel idealler gibi faktörler açısından farkların düzeyidir. Bu açıdan bakıldığında Goldschmidt vakası Castle'dan, Castle vakası ise restoran örneğinden daha derindir. İki anlaşmazlık örneğinin çözülme biçimindeki fark, bu derinlik farkının da bir sonucudur.

VI. Sonuç

Ana akım analitik epistemoloji, anlaşmazlık olgusuna tarih dışı bir çerçeveden yaklaştığı ve ideal örneklerden yola çıktığı için bilimsel anlaşmazlıkları aydınlatmakta yetersiz kalmaktadır. Örneğin epistemik denk kavramı, çok katı koşullarla tanımlandığı için, somut bilimsel tartışmalara uygulanamamaktadır. Anlaşmazlığın, sabit ve atomik bir önerme karşısındaki tutumlara indirgenmesi de, bilimdeki anlaşmazlıkların dinamik doğasını anlamamızı kolaylaştırmaz. Epistemologların betimleyici çalışmalara uzak durmak ve alanlarının normatif yapısını korumak gibi haklı bir gerekçeleri olsa bile, bilim tarihinden yola çıkmak, bilimsel anlaşmazlıklara dair daha zengin bir bilgi kaynağı sunmaktadır.

Ortodoks Mendelciler ile Castle ve Goldschmidt arasındaki tartışmalar, bilim insanlarının anlaşmazlığı nasıl ele aldıklarını karşılaştırmalı olarak incelemek için önemli veriler sunmaktadır. Her iki anlaşmazlık da yıllarca sürmüş, tarafların fikirleri bu süreçte evrim geçirmiştir. Castle, 1919 yılında gamet saflığı ilkesine ikna olmuştur ama bu sefer de kromozom dışı kalıtımı gündeme getirmiştir. Muller, 1940'tan itibaren, genlerin fizikokimyasal bütünlüğünü keskin reddetmesi bile, daha esnek bir tutum takınmıştır. İnanılan önermelerin birlikte evrimi, derin anlaşmazlıklarda uzlaşmanın nasıl gerçekleşeceği konusunda ipuçları sunmaktadır.

Hem Castle hem de Goldschmidt, eleştirilerini, basit örneklerdeki gibi tekil önermelere değil, Mendelci kuramın temellerine, açıklama hedeflerine yönelmiştir. Castle, Mendel genetiğini, evrim ve ıslah sorunlarına yanıt veremediği için eleştirmiş, Goldschmidt ise fizyoloji, gelişim ve evrim açısından yetersizliklerine odaklanmıştır. Her iki vakada da tarafları denk saymak için denklik kavramında bütün koşullar gevşetilmiştir.¹⁷ Bilimsel anlaşmazlıklarda taraflar alanın uzman-

17 Castle örneğinde denklik koşullarını oldukça gevşettik, Goldschmidt vakasında ise farklar o kadar büyük ki, sadece iki tarafın birbirini cevap vermeye degecek karşıtlar saymaları denkliğin

larıdır ama denklik koşullarını tamamen karşıladıklarını söylemek zordur. Son söylenenden çıkan sonuçlardan birisi, denk anlaşmazlığı kavramının yerini uzman anlaşmazlığı kavramının alması gerektiğidir.

İki anlaşmazlık arasındaki temel fark, Castle ve ortodoks Mendelcilerin, araştırma pratiği, verileri yorumlama ve bilimsel kültür açısından ortak yönlerinin, farklı yönlerinden çok daha fazla olmasıdır. Goldschmidt ise, hangi türde açıklamaların tatmin edici olduğu, hangi epistemik değerlerin daha önemli olduğu, kalıtım konusunda ne türde bir temel felsefe benimsemek gerektiği gibi konularda Mendelcilerden ciddi olarak ayrılmaktadır. İki anlaşmazlık da derindir, ancak Goldschmidt vakası, daha derin bir anlaşmazlık örneğidir. Castle vakasında deneysel verilerin belirleyici olmasında, ortak bir araştırma kültürünün payı büyüktür. Goldschmidt ise farklı bir felsefeye sahiptir, araştırma amaçları ve köken aldığı kültür farklıdır ve dolayısıyla eleştirilerini ölümüne kadar sürdürmüştür.

Kaynakça

- Allen, G. (1969). T. H. Morgan and the Emergence of a New American Biology. *The Quarterly Review of Biology*, 44(2), 168-188. <http://www.jstor.org/stable/2819438>
- Allen, G. E. (1974). Opposition to the Mendelian-chromosome theory: The physiological and developmental genetics of Richard Goldschmidt. *Journal of the History of Biology*, 7(1), 49-92. doi: 10.1007/bf00179293
- Altenburg, E., & Muller, H. J. (1920). The genetic basis of truncate wing - an inconstant and modifiable character in *Drosophila*. *Genetics*, 5(1), 1-59.
- Beadle, G. W., & Tatum, E. L. (1941). Genetic Control of Biochemical Reactions in *Neurospora*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 27(11), 499-506. doi:10.1073/pnas.27.11.499
- Benson, K. R. (2001). T. H. Morgans resistance to the chromosome theory. *Nature Reviews Genetics*, 2(6), 469-474. doi: 10.1038/35076532
- Carlson, E. A. (1966). *The gene: A critical history*. Philadelphia, PA: Saunders.
- Carlson, E. A. (2013). How fruit flies came to launch the chromosome theory of heredity. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*, 753(1), 1-6. doi: 10.1016/j.mrrev.2013.03.001
- Castle, W. E., & Allen, G. M. (1903). The Heredity of Albinism. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, 38(21), 603. doi: 10.2307/20021812
- Castle, W. E. (1905). Recent Discoveries in Heredity and their Bearings on Animal Breeding. *Popular Science Monthly*, 67, 193-208. url: https://en.wikisource.org/wiki/Popular_Science_Monthly/Volume_67/July_1905/Recent_Discoveries_in_Heredity_and_their_Bearing_on_Animal_Breeding.
- Castle, W. E. (1912). The Inconstancy of Unit-Characters. *The American Naturalist*, 46(546), 352-362. doi: 10.1086/279284

operasyonel bir tanımını verecek hale gelmiştir.

- Castle, W. E. (1914). Pure Lines And Selection. *Journal of Heredity*, 5(3), 93–97. doi: 10.1093/oxfordjournals.jhered.a107820
- Castle, W. E., & Phillips, J. C. (1914). *Piebald rats and selection; an experimental test of the effectiveness of selection and of the theory of gametic purity in Mendelian crosses*. Washington, D.C.: Carnegie institution of Washington.
- Castle, W. E. (1919a). Piebald Rats and Selection, A Correction. *The American Naturalist*, 53(627), 370–376. doi: 10.1086/279719
- Castle, W. E. (1919b). Is the Arrangement of the Genes in the Chromosome Linear? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 5(2), 25–32. doi: 10.1073/pnas.5.2.25
- Castle, W. E. (1933). The Gene Theory in Relation to Blending Inheritance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 19(12), 1011–1015. doi: 10.1073/pnas.19.12.1011
- Christensen, D. (2007). Epistemology of Disagreement: The Good News. *Philosophical Review*, 116(2), 187–217. doi: 10.1215/00318108-2006-035
- Cruz, H. D., & Smedt, J. D. (2013). The value of epistemic disagreement in scientific practice. The case of Homo floresiensis. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 44(2), 169–177. doi: 10.1016/j.shpsa.2013.02.002
- Deichmann, U. (2011). Early 20th-century research at the interfaces of genetics, development, and evolution: Reflections on progress and dead ends. *Developmental Biology*, 357(1), 3–12. doi: 10.1016/j.ydbio.2011.02.020
- Dietrich, M. (2000). From Gene to Genetic Hierarchy: Richard Goldschmidt and the Problem of the Gene. P. Beurton, R. Falk, & H. Rheinberger (Ed.), *The Concept of the Gene in Development and Evolution: Historical and Epistemological Perspectives (Cambridge Studies in Philosophy and Biology)* içinde (91–114). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511527296.007
- Dietrich, M. R. (2003). Richard Goldschmidt: hopeful monsters and other heresies. *Nature Reviews Genetics*, 4(1), 68–74. doi: 10.1038/nrg979
- Dobzhansky, T. (1951). *Genetics and the origin of species*. New York: Columbia University Press.
- Dunn, L. C. (1965). William Ernst Castle, October 25, 1867--June 3, 1962. *Biographical Memoirs of the National Academy of Sciences*, 38, 33–80.
- East, E. M. (1929) The concept of the gene. *Proceedings of the International Congress of Plant Sciences*, Ithaca New York. 16–23, 1926, vol. 1. Menasha, WI: George Banta Publishing Co. 889–895.
- Eichler, E. E., Flint, J., Gibson, G., Kong, A., Leal, S. M., Moore, J. H., & Nadeau, J. H. (2010). Missing heritability and strategies for finding the underlying causes of complex disease. *Nature Reviews Genetics*, 11(6), 446–450. doi: 10.1038/nrg2809
- Elgin, C. Z. (2010). Persistent Disagreement. Richard Feldman & Ted A. Warfield (ed). *Disagreement* içinde (53–68). Oxford University Press
- Falk, R. (2009). *Genetic analysis: A history of genetic thinking*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- Feldman, R. (2005). Deep Disagreement, Rational Resolutions, and Critical Thinking. *Informal Logic*, 25(1), 13–23. doi: 10.22329/il.v25i1.1041
- Feldman, R. (2006). Epistemological puzzles about disagreement. S. C. Hetherington & S. C. Hetherington (Ed.), *Epistemology Futures* içinde (216–236). Oxford: Clarendon Press.
- Fisher, R. A. (1918). XV.—The Correlation between Relatives on the Supposition of Mendelian Inheritance. *Trans. R. Soc. Edinb. Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 52(02), 399–433. doi:10.1017/s0080456800012163
- Fisher, R. A. (1930). *The genetical theory of natural selection*. Oxford: The Clarendon Press.
- Fogelin, R. (1985). The Logic of Deep Disagreements. *Informal Logic*, 7(1). doi: 10.22329/il.v7i1.2696
- Goethe, J. W. von, & Miller, G. L. (2009). *The metamorphosis of plants*. Cambridge (Mass.): MIT Press. (İlk baskı 1790).
- Goldschmidt, R. (1932). The Fourth Reynold A. Spaeth Memorial Lecture: Genetics and development. *The Biological Bulletin*, 63(3), 337–356. doi: 10.2307/1537336
- Goldschmidt, R. (1938a). *Physiological Genetics*. New York: McGraw-Hill.
- Goldschmidt, R. (1938b). The theory of the gene. *Scientific Monthly*, 46. 268–273
- Goldschmidt, R. B. (1940). *The material basis of evolution*. New Haven: Yale U.P.
- Goldschmidt, R. (1950). Fifty years of genetics. *The American Naturalist*, 84. 313–339
- Goldschmidt, R. B. (1954). Different Philosophies of Genetics. *Science*, 119(3099), 703–710. doi: 10.1126/science.119.3099.703
- Griffiths, P., & Stotz, K. (2013). *Genetics and philosophy an introduction*. Cambridge, Mass: Cambridge University Press.
- Harwood, J. (1993). Mandarins and Outsiders in the German Professoriate, 1890–1933: A Study of the Genetics Community. *European History Quarterly*, 23(4), 485–511. doi: 10.1177/026569149302300401
- Harwood, J. (1993). *Styles of scientific thought: the German genetics community, 1900–1933*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Johannsen, W. (1923). Some Remarks About Units In Heredity. *Hereditas*, 4(1–2), 133–141. doi: 10.1111/j.1601-5223.1923.tb02952.x
- Kelly, T. (2005). The Epistemic significance of disagreement. John Hawthorne & Tamar Gendler (ed.), *Oxford Studies in Epistemology*, Volume 1. içinde (167–196) Oxford University Press.
- King, N. L. (2012). Disagreement: What’s the Problem? or A Good Peer is Hard to Find. *Philosophy and Phenomenological Research*, 85(2), 249–272. doi: 10.1111/j.1933-1592.2010.00441.x
- Levit, G., & Meister, K. (2006). The history of essentialism vs. Ernst Mayrs “Essentialism Story”: A case study of German idealistic morphology. *Theory in Biosciences*, 124(3–4), 281–307. doi: 10.1016/j.thbio.2005.11.003
- Lugg, A. (1978). Disagreement in science. *Zeitschrift Für Allgemeine Wissenschaftstheorie*, 9(2), 276–292. doi: 10.1007/bf01801223

- Marcus, G. F., Pinker, S., Ullman, M., Hollander, M., Rosen, T. J., Xu, F., & Clahsen, H. (1992). Overregularization in Language Acquisition. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 57(4), i. doi: 10.2307/1166115
- Matheson, J. (2015). Disagreement and Epistemic Peers. *Oxford Handbooks Online*. doi: 10.1093/oxfordhb/9780199935314.013.13
- Morgan, T. H. (1913). Factors and Unit Characters in Mendelian Heredity. *The American Naturalist*, 47(553), 5–16. doi: 10.1086/279325
- Morgan, T. H. (1919). *The physical basis of heredity*. Philadelphia: Lippincott.
- Morgan, T. H. (1922). Croonian Lecture: On the Mechanism of Heredity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 94(659), 162–197. doi: 10.1098/rspb.1922.0053
- Morgan, T. H. (1926). *The theory of the gene*. New Haven: Yale Univ. Press.
- Morgan, T. H. (1934). The relation of genetics to physiology and medicine. Nobel Dersi, Stockholm, İsveç. Url: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1933/morgan-lecture.pdf
- Morgan, T. H., Sturtevant, A. H., Muller, H. J., & Bridges, C. (1915). *The mechanism of Mendelian heredity*. New York: Holt.
- Muller, H. J. (1914). The Bearing of the Selection Experiments of Castle and Phillips on the Variability of Genes. *The American Naturalist*, 48(573), 567–576. doi:10.1086/279431
- Muller, H. J. (1917). An Oenothera-Like Case in Drosophila. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 3(10), 619–626. doi: 10.1073/pnas.3.10.619
- Muller, H. (1918). Genetic variability, twin hybrids and constant hybrids, in a case of balanced lethal factors. *Genetics*, 3(5), 422–499.
- Muller, H. J. (1966). The Gene Material as the Initiator and the Organizing Basis of Life. *The American Naturalist*, 100(915), 493–517. doi:10.1086/282445
- Muller, H. (2016). Erroneous Assumptions Regarding Genes. *International Journal of Epidemiology*, 45(6), 1733–1735. doi: 10.1093/ije/dyx019 (Özgün makale 1912'de yayımlanmıştır).
- Pinker, S., & Prince, A. (1988). On language and connectionism: Analysis of a parallel distributed processing model of language acquisition. *Cognition*, 28(1-2), 73–193. doi: 10.1016/0010-0277(88)90032-7
- Pojman, P. (2019). “Ernst Mach”, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/spr2019/entries/ernst-mach/>>.
- Raffel, D., & Muller, H. J. (1940). Position Effect and Gene Divisibility Considered in Connection with Three Strikingly Similar Scute Mutations. *Genetics*, 25(6), 541–583.
- Rieppel, Olivier. (2011). Wilhelm Troll (1897–1978): Idealistic Morphology, Physics, and Phylogenetics. *History and philosophy of the life sciences*. 33. 321–42.
- Rumelhart, D. E. & McClelland, J. L. (1986). On learning the past tenses of English verbs. Implicit rules or parallel distributed processing? J. L. McClelland, D. E. Rumelhart & PDP Research Group (Ed), *Parallel Distributed Processing: Exploration in the microstructure of cognition. Vol. 2: Psychological and biological models* içinde. Cambridge, MA: MIT Press

- Sapp, J. (1987). *Beyond the gene: cytoplasmic inheritance and the struggle for authority in genetics*. New York: Oxford University Press.
- Schwartz, J. (2008). *In pursuit of the gene: From Darwin to DNA*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Snell, G. D. ve Reed, S. (1993). William Ernest Castle, Pioneer Mammalian Geneticist. *Genetics*, 133(4), 751-753.
- Sturtevant, A. H., Bridges, C. B., & Morgan, T. H. (1919). The Spatial Relations of Genes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 5(5), 168-173. doi: 10.1073/pnas.5.5.168
- Sturtevant A. H. (1925). The Effects of Unequal Crossing over at the Bar Locus in *Drosophila*. *Genetics*, 10(2), 117-147.
- Sturtevant, A. H. (2001). *A history of genetics*. Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press (Özgün eser 1965'te basılmıştır).