



# Kalıtım Tarihinde Bir Biyografi Çalışması: Gregor Johann Mendel (1822-1884)

## A Biographical Study in the History of Heredity: Gregor Johann Mendel (1822-1884)

 Ayşe KURTOĞLU<sup>a</sup>,  
 Berna ARDA<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Tıp Tarihi ve Etik AD,  
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Ankara, TÜRKİYE

Received: 11.02.2019  
Accepted: 24.04.2019  
Available online: 29.04.2019

Correspondence:  
Ayşe KURTOĞLU  
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Tıp Tarihi ve Etik AD, Ankara,  
TÜRKİYE/TURKEY  
aysekurtoglu87@gmail.com

**ÖZET** Yirminci yüzyılın başında bilimsel araştırmaları; kuşak, kalıtsallık veya kalıtım ile ilgili araştırmalardan ayırmak amacıyla türetilen genetik terimi, yine bu yüzyılın ortalarından itibaren embriyoloji ve evrim ile birlikte daha karmaşık bir alan olarak biyolojinin ayrı bir disiplini hâline gelmiştir. Kalıtımı, özellikle genleri inceleyen genetik; tıp, biyoteknoloji ve tarım gibi alanlarla yakın ilişki içerisinde ve günümüzde bilimsel alanın önde gelen disiplinlerinden biri hâline gelmiştir. Kalıtım ise belirli karakterlerin ebeveynlerden yavrularına aktarıldığı tüm biyolojik süreçlerin toplamıdır. Kalıtım tarihi içerisinde Gregor Johann Mendel'in 19. yüzyılın ortalarında *Pisum* bitkilerini kullanarak yaptığı çaprazlama deneyleri oldukça önemli bir yere sahiptir. Mendel'in gerçekleştirdiği bu deneylerde karakter özelliklerini gözlemlemesi ve çalışmalarından elde ettiği sonuçlardan ortaya koyduğu kalıtım kuramı, Charles Darwin'in evrim kuramı ile bugünkü biyolojinin kuramsal temelini oluşturmaktadır. Bu çalışmada, biyografik tarih çalışması yapılmış, genetiğin kurucusu olarak kabul edilen Gregor Johann Mendel'in kalıtım tarihindeki yerinin, hayatının, çalışmalarının, bilimsel yönteminin ve arka planının anlatılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda, ilk olarak Mendel öncesi kalıtım düşüncesi işlenmiştir. Kalıtım tarihine bakıldığında, tarihcöncesi dönemlerden itibaren bilinçli ya da bilinçsiz olarak karakter seçiminin yapıldığı görülmektedir. Bu nedenle, ilk olarak tarih öncesi döneme değinilmiş, ardından Antik Yunan'daki kalıtım ile ilgili temel düşüncelere yer verilmiştir. On yedinci yüzyıldan itibaren bitki çaprazlama çalışmalarında bir artış yaşandığı görülmektedir. Ancak, konuyu sınırlandırmak amacıyla, makale kapsamında, Mendel'in çalışmalarına öncülük eden ve Mendel'in de kendi çalışmasında atıfta bulunduğu botanikçilere ve Mendel'in çağdaşı olan Charles Darwin'in kalıtım ile ilgili görüşlerine yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tıp tarihi; genetik; kalıtım; kalıtım tarihi; gregor johann mendel

**ABSTRACT** The term genetics which was derived to distinguish the scientific researches, from the researches on generation or heredity at the beginning of the 20<sup>th</sup> century. From the middle of this century it has become a separate discipline of biology as a more complex field with embryology and evolution. Heredity is in close relationship which areas such as genetics, medicine, biotechnology and agriculture. Today, it has become one of the leading disciplines of the scientific field. Heredity is all biological processes in which certain characteristics are transferred from parents to their generation. In the history of heredity, Gregor Johann Mendel's experiments by using *Pisum* plants in the mid-19<sup>th</sup> century have a significant place. Observing the characters of *Pisum* by Mendel and the theory of heredity which he elaborated with the results of his studies constitute the theoretical basis of today's biology with Darwin's theory of evolution. In this article, a biographical history study was conducted, and Mendel's, who is accepted as the founder of genetics, role in the history of heredity, his life, the methods used in his studies and the background of his studies are explained in detailed. In this context, firstly, the idea of heredity in the pre-Mendel period was studied. Looking at the history of heredity, from prehistoric times it has been seen that the select of character is done consciously or unconsciously. Therefore, the prehistoric period was first mentioned, then basic ideas on heredity in Ancient Greece were included. It is observed that there is an increase in the plant hybridization studies from the 17<sup>th</sup> century. However, in order to limit the study, within the scope of the article, the views of Mendel's contemporary botanists and the view of on heredity Charles Darwin's who was Mendel's contemporary were also included.

**Keywords:** History of medicine; genetics; heredity; history of genetics; gregor johann mendel

**B**iyoloji teriminin canlılık üzerine yapılan çalışmaları, diğer doğa bilimleri ile doğa felsefesinden ayırmak için türetilmesi gibi, genetik terimi de 20. yüzyılın başında bilimsel araştırmaları kuşak (generation), kalıtsallık (inheritance) veya kalıtım (heredity) ile ilgili araştırmalardan ayırmak amacıyla türetilmiştir. Yirminci yüzyıldan itibaren ise genetik, embriyoloji ve evrim ile birlikte daha karmaşık bir alan olarak biyolojinin ayrı bir disiplini hâline gelmiştir.<sup>1</sup>

Gregor Johann Mendel, 19. yüzyılın ortalarında bezelye bitkisini kullanarak yaptığı çalışmalarında, bitki çiftleriyle çaprazlamalar (hibridizasyon) yaparak bu bitkilerdeki karakter özelliklerini gözlemlemiştir. Mendel, yaklaşık 10 yıl boyunca yaptığı bu çaprazlamaların analizinden, belirleyici birtakım “birim”lerin bulunduğu ve bu birimlerin ebeveynlerin polen ve yumurtaları aracılığıyla yavrularda birleştiği sonucuna varmıştır (Daha sonraki yıllarda bu birimler “gen” olarak adlandırılmıştır.). Bu kuramsal varsayım, genetik bilginin aktarımı ve bu bilginin yavrulardaki ifadesinin tarihte ilk kez belirgin olarak ortaya konulmuş sayılmaktadır.<sup>2</sup>

Mendel’in deneyleri ile birlikte genetik tarihi iki ayrı döneme ayrılmıştır. Klasik Dönem olarak adlandırılan ilk dönem, temelde Mendel’in çalışmaları ile başlayıp, 20. yüzyılın ilk yarısına kadar süren dönemdir. Bu dönemde genlerin kromozomlarda yer aldığı ve kromozomların davranışlarının üreme sırasında Mendel’in kalıtım modeline uyduğu gösterilmiştir. Moleküler Genetik denilen ikinci dönem ise yaklaşık 1940’lı yıllarda başlayan ve günümüzde de devam eden dönemdir. Bu dönemde biyokimya ile etkileşim hâlinde olan genetik biliminde kalıtımın kimyasal temelleri araştırılmaya başlanmıştır. Genlerin kimyasal karakterizasyonu ve hareketlerinin temelindeki biyokimyasal mekanizmalar önem kazanmıştır.<sup>2</sup>

Günümüzde bilimsel alanın önemli bir parçasını oluşturan genetik bilimi, aynı zamanda pek çok etik tartışmanın da odağında bulunmaktadır. Bu alanın tarihsel gelişimi içerisinde kimilerince “Genetiğin Babası” olarak tanımlanan Gregor Johann

Mendel’in kalıtım tarihi açısından yeri kuşkusuz oldukça önemlidir.

Bu bağlamda bu çalışmada, Mendel’in araştırmalarının bilimsel yönteminin ve arka planının anlatılması amaçlanmıştır.

## ■ MENDEL ÖNCESİ KALITIM DÜŞÜNCESİ

Kalıtım tarihinin Mendel’in çalışmaları ile başladığı kabul edilse de bilinçli ya da bilinçsiz olarak karakter seçiminin avlanma ve yiyecek toplanmasından hayvan yetiştiriciliğine kadar geniş bir kapsamda tarih öncesi dönemden beri yapıldığı varsayılmaktadır.<sup>3</sup>

Asurlular ve Babilliler döneminde meyve büyüklüğü, tadı, rengi ve olgunlaşma zamanı değişiklik gösteren çok sayıda farklı hurma ağacı çeşidi geliştirilmiştir.<sup>4</sup> Hurma ağacının dioik özelliğini bilen Mezopotamyalılar, bu ağacı ilk kez yapay olarak Hammurabi (M.Ö. 1810-1750) döneminde tozlaştırmıştır.<sup>3</sup>

Asur kralı II. Aşurnasirpal (M.Ö. 883-859) döneminde de dişi hurma ağaçlarının yapay tozlaşması, kuş maskesi giyen rahipler tarafından yapılmıştır. Bu dönemde dişi ağaçların çiçeklenebilmesi için erkek ağaçlardan polenlerinin alınması gerektiği ve az sayıda erkek ağacın döllenme için yeterli olduğu bilinmekte idi.<sup>3</sup>

Hurma ağaçlarının yapay olarak tozlaştırılması, bitkilerin de hayvanlar gibi iki farklı cinsiyeti olduğu düşüncesinin ilk göstergesidir. Bununla birlikte, bu iki cinsiyetin özel şekillerde bir araya getirilerek bitkilerin yetiştirilebileceği de gösterilmiştir. Hurma ağacının tozlaştırılması, insan etkisiyle bir kültür bitkisinin sayısız çeşitliliğinin ortaya çıkmasını sağlayan ve böylece farklı seçim olasılıkları yaratan, tarihte bilinen ilk örnektir.<sup>3</sup>

Antik Yunan’da kalıtım, aynı türden yavruların aynı veya benzer özelliklere sahip olması anlamında kullanılmıştır. Bu dönemde kalıtım biyolojik terimlerle değil, felsefi olarak açıklanmaya çalışılmış ve yalnızca fiziksel özellikleri değil, zihinsel özellikleri de içermiştir.<sup>5</sup>

Pisagor (M.Ö. 570-495), kalıtım için gerekli bütün materyalin babadan geldiğini, annenin sa-

dece bebeğin büyümesi için yer ve besin sağladığını düşünmüştür. Kalıtım materyalinin babanın vücudundan buhar hâlinde toplanarak yavruya geçtiğine inanmıştır.<sup>6</sup>

Pisagor'un kalıtım ile ilgili düşünceleri modern genetikçiler için iki nedenden önemlidir. Bunlardan ilki, genetik biliminin bilimsel anlamda ilk kez bu okuldan başladığının kabul edilmesidir. Diğeri ise matematiğin karmaşık fenomenlere uygulanmasının genetik kurama yararlı yaklaşımlar sunabilmesidir.<sup>7</sup> Pisagor, kalıtımda üçgensel bir uyum olduğunu iddia ederek; anne ve babanın bağımsız iki kenarlar, çocuğun ise iki kenarın biyolojik hipotenüsü olduğunu söylemiştir.<sup>8</sup>

Hipokrat (M.Ö. 460-377), kalıtım mekanizmasını 19. yüzyılda Charles Darwin tarafından "pangenez" olarak adlandırılacak bir kuram ile açıklamıştır. Bu kurama göre, beden her bir parçasından gelen bilgi spermde toplanarak çocuğa aktarılmaktadır.<sup>4,9,10</sup> Sperm ise hem annenin hem de babanın bedeninin her yerinden gelen üründür.<sup>11</sup>

Hem annenin hem de babanın çocuğun özellikleri üzerine katkısı olduğunu düşünen Hipokrat'a göre, ebeveynlerinden hangisine daha çok benzeyeceği çocuğun annesinin ve babasının katkıda bulunduğu sperm miktarlarına bağlıdır. Buna göre, babanın bedeninin herhangi bir kısmından gelen sperm miktarı, anneden gelen sperm miktarından fazla ise çocuğun bu kısmı büyük oranda babasına benzemektedir. Çocuğu meydana getiren sperm anneden ve babadan geldiğinden, çocuğun her iki ebeveynine hiç benzememesi ya da çocuğun yalnızca annesine ya da yalnızca babasına benzeyip diğerine benzememesi gibi durumlar söz konusu olamamaktadır. Çocuğun cinsiyeti ile annesinden ya da babasından hangisine benzeyeceği arasında da bir ilişki yoktur.<sup>11</sup>

M.Ö. beşinci yüzyılda, Antik Yunan doğa felsefesi, kalıtımın genel ve spesifik sorunlarını açıklamak amacıyla Hipokrat'ın öne sürdüğü pangenez ilkelerine dayanmıştır. Ancak bir yüzyıl sonra M.Ö. dördüncü yüzyılda, Aristoteles'in kalıtım ile ilgili görüşleri, bu ilkelerin yerini almış ve Ortaçağ düşünürlerinin üreme ile ilgili kuramlarının dayanak noktası kabul edilmiştir.<sup>5</sup>

Aristoteles (M.Ö. 384-322), kalıtım ile ilgili düşüncelerini "Hayvanların Üremesi Üzerine" (De Generatione Animalium) adlı eserinin dördüncü kitabında açıklamıştır.<sup>12</sup> Aristoteles'in kalıtım ile ilgili görüşleri, onun metafiziğinden oldukça fazla etkilenmiştir.<sup>5</sup>

Aristoteles'e göre, erkek semen yoluyla kadın ise menstrüel kan yoluyla kalıtıma katkıda bulunmaktadır.<sup>6,13</sup> Ancak, kadın ve erkeğin kalıtıma katkısı niteliksel olarak aynı değildir.<sup>14</sup> Kadının menstrüel kanı, embriyonun oluşumu için maddesel bir altyapıyı sağlarken; embriyonun karakteristik özelliklerini erkeğin spermının maddesel olmayan yanı vermektir.<sup>5</sup>

Tarih boyunca bitkiler ve hayvanlardaki kalıtım düşüncesi birbirlerinden bağımsız olarak ilerlemiştir. Bitkilerde 17. yüzyılın başından itibaren yapılan çalışmalarda iki farklı cinsiyetin gösterilmesi amaçlanmış ve bu amaç, bitki melezleme deneylerinin yapılmasına olanak sağlamıştır. Hayvanlarda ise böyle bir durum söz konusu olmamış; kalıtımda çaprazlama deneylerinden ziyade hayvan yetiştiricileri tarafından yapılan seçim önemli rol oynamıştır.<sup>10</sup>

Kalıtım tarihine bakıldığında, özellikle 17. yüzyıldan itibaren ve yine özellikle bitki çaprazlama çalışmalarında bir artış yaşandığını söylemek mümkündür.<sup>10,15</sup> Konuyu sınırlandırmak amacıyla bu makale kapsamında, Mendel'in çalışmalarına öncülük eden ve Mendel'in de kendi çalışmasında atıfta bulunduğu botanikçilere ve Mendel'in çağdaşı olan Charles Darwin'in kalıtım ile ilgili görüşlerine yer verilecektir.

Yüksek bitkilerin eşeyli üreme mekanizmasının ve polenin erkek üreme unsuru olarak tarif edilmesi, ilk kez 1676 yılında İngiliz bitki anatomisti Nehemiah Grew (1641-1712) tarafından gerçekleştirilmiştir.<sup>10</sup> Rudolf Jakob Camerarius (1665-1721), deneysel yöntemler kullanarak bitkilerin döllenmesinde polenin gerekli olduğu söylemiştir. Camerarius, polen üreten bitkilerin ya da çiçeklerin erkek; tohum taşıyan bitkilerin ise dişi olduğunu keşfeden ilk botanikçidir.<sup>16</sup>

İsveçli biyolog ve ikili sınıflandırmanın kurucusu olan Carolus Linnaeus (Carl von Linné, 1707-

1778), Camerarius'un bitkilerin üremesi ile ilgili çalışmalarına ilgi duymuş ve bu çalışmalardan kapsamlı olarak yararlanmışır.<sup>13</sup> Linnaeus, bitkilerde erkek ve dişi üreme organlarının önemini vurgulayarak, sistematığın temelinde bu organların yer alması gerektiğini söylemiştir. Bunun sonucunda, cinsiyete dayalı bir sınıflandırma sistemi kurmuştur.<sup>17</sup>

Bitkilerin cinsiyeti ile ilgili bilimsel keşfi yapan Camerarius iken, bu buluşun bilimsel uygulamasını Alman botanikçi Joseph Gottlieb Kölreuter (1733-1806) gerçekleştirmiştir.<sup>18</sup> Kölreuter, 1760'lı yıllarda, bitki melezleme çalışmalarını sistematik bir yöntem ile yürütmüştür.<sup>10,18,19</sup> Kölreuter'a kadar hiçbir araştırmacı Kölreuter'in ürettiği kadar fazla sayıda melez bitki üretmemiş; bu melezlerin karakterlerini ebeveynlerinki ile karşılaştırmamış ya da bitkilerin değişkenliğini ve kısırılık derecesini incelememiştir.<sup>19</sup>

Mendel'in çalışmalarına da öncülük eden Kölreuter birçok bitki çaprazlaması yapmış, bitkilerin tozlaşma sürecini incelemiş ve böceklerin tozlaşmadaki önemini keşfetmiştir. Polenlerin yapısını incelemek için basit bir mikroskop kullanan Kölreuter, tohumlu bitkilerdeki polen çeşitliliğini de tanımlayan ilk kişi olmuştur.<sup>10</sup>

Kölreuter, ilk başarılı melez bitkisini tütün bitkisinin türleri arasında 1760 yılında gerçekleştirmiş; bu bitkilerden elde ettiği sonuçları (Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen) 1761 yılında yayımlamıştır.<sup>20,21</sup> Daha sonraki deneylerinin sonuçlarını 1763 (Fortsetzung), 1764 (Zweyte Fortsetzung) ve 1766 (Dritte Fortsetzung) yıllarında üç makale hâlinde yayımlamıştır.<sup>19</sup>

Kölreuter'in çalışmalarında ilk kuşak melezler, anne ya da baba bitkilerin özelliklerini göstermiştir. Fakat bu kuşak, ebeveynlerinin özellikleri arasında özelliklere sahiptir. Kölreuter, ikinci kuşak melezlerde ise daha farklı sonuçlar elde etmiştir. Bazı bitki türlerinde (Dianthus gibi) ikinci ve üçüncü kuşakları elde etmesi kolay olsa da bazı türlerde kendi kendini döllenme sırasında önemli zorluklar yaşamış ve bazı türlerin çaprazlamasında ikinci kuşağı üretmemiştir.<sup>21</sup> Genel olarak ikinci

kuşak melezleri, hem ilk kuşak ebeveynlerinden hem de büyükannelerinden farklı özellik göstermiştir.<sup>19</sup> Bununla beraber, bazı ikinci kuşak melezlerinin büyükannelerine ilk kuşak ebeveynlerinden daha fazla benzediği görülmüştür.<sup>21</sup>

Kölreuter'in çalışmalarını takiben, çok sayıda bitki melezleme çalışması gerçekleştirilmiş ve 19. yüzyılın başlarında çaprazlama ve bitkilerin üremesi konuları güncelliğini korumuştur. Alman Carl Friedrich von Gäertner (1772-1850), bitki melezleme ile ilgili çalışmalarını 1839 ve 1849 yıllarında yayımlamıştır. Deneylerinde 80 farklı cins bitkinin 700 türü arasından yaklaşık 350 farklı melez bitki elde etmiştir.<sup>10</sup> Gäertner'in çaprazladığı bitkiler arasında bezelye, mısır ve tütün gibi bitkiler de yer almıştır.<sup>22</sup>

Kölreuter'in çalışmalarını büyük oranda doğrulayan Gäertner yeni deneyler de yapmıştır. Çalışmalarında ikinci kuşak melezlerin ilk kuşak mezlelere göre daha çeşitli olduğunu söylemiştir. Bunun yanı sıra, ebeveynlerden biri ile melez bitkileri çaprazlamış (geri çaprazlama) ve bu deneylerde diğer ebeveynin özelliklerinin ortadan kalkması için kaç kez geri çaprazlama yapılması gerektiğini araştırmıştır. Gäertner, melezlerde gözlemlediği farklı karakterleri ayrı olarak tanımlamamış, bu melez bitkileri bir bütün olarak ele almıştır.<sup>10</sup>

İngiliz botanikçi William Herbert (1778-1847), daha çok süs bitkileri ile çalışmış ve çalışmalarını 1819-1847 yılları arasında yayımlamıştır. Herbert, melezlerin doğurganlığının aynı ya da farklı türler içindeki üyeler açısından belirleyici bir ölçüt olup olmadığını anlayabilmek amacıyla detaylı bir analiz yapmıştır.<sup>15</sup> Bu amaçla, farklı türler arasında çaprazlamalar yaptığında ya melezlerin oluşmadığını ya da oluşan melezlerin kısır olduğunu, buna karşın varyeteler arasındaki çaprazlamalardan elde edilen melezlerin verimli yavrular meydana getirdiğini gözlemlemiştir.<sup>10</sup> Sonuçta, melez yavru ister kısır ister doğurgan olsun, bu melezleri meydana getiren her iki gruptaki ebeveynlerin de ortak bir cinsten gelmesi nedeni ile, türle varyete arasında keskin bir sınır bulunmadığını söylemiştir.<sup>15</sup>

1852-1858 yılları arasında söğüt bitkisinde çaprazlama deneyleri yapan Alman botanikçi Max Ernst Wichura (1817-1866), bu deneylerinden çıkardığı sonuçları 1854 yılında kısa bir ön rapor (Flora) olarak, daha kapsamlı bir versiyonunu ise (Die Bastard befruchtung im Pflanzenreich, erläutert an den Bastarden der Weiden) 1865 yılında yayımlamıştır.<sup>23,24</sup> Wichura, söğüt bitkisi ile yaptığı deneylerde çok sayıda türden basit ve karmaşık melezler elde etmiş ve bu melezlerin daha verimli, daha uzun boylu, soğuğa dayanıklı ve uzun ömürlü olduklarını ve erken çiçeklendiklerini fark etmiştir. Bununla beraber, melez bitkilerin ebeveynlerinin arasında özelliklere sahip olduğunu gözlemlemiştir.<sup>15</sup>

Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), 1809 yılında en önemli kitabı "Philosophie Zoologique"yi yayımlamıştır. Bu kitapta Lamarck, bilimsel anlamda ilk evrim kuramını sunmuş ve edinilmiş karakterin kalıtsal olduğunu kabul etmiştir.<sup>25</sup> Lamarck'a göre hayvanlar, sahip olduğu özellikleri güçlendirip zayıflatarak çevresine uyum sağlamaktadır. Bir organ fazla kullanıldığında o organ gelişmesine devam etmekte ve daha etkin bir yapı kazanmaktadır. Kazanılmış olan bu özellik daha sonra anne ve babadan yavrularına aktarılmaktadır.<sup>26</sup>

Lamarck'ın bu görüşüne karşı çıkan Darwin ise kendi evrim kuramına uyumlu bir kalıtım düşüncesini ortaya atmıştır. Mendel'in çağdaşı olan Charles Darwin (1809-1882), 1868 yılında yayımladığı "The Variation of Animals and Plants under Domestication" adlı kitabında kalıtım ile ilgili düşüncelerini açıklamıştır.<sup>27,28</sup> Daha önce de belirtildiği gibi, bu kuramı ilk öne süren Hipokrat olmuştur.<sup>9</sup> Darwin ise bu kuramı daha geliştirerek "pangenez" adını vermiştir. Darwin, bütün hücrelerin kalıtsal bilgi içeren küçük parçalar ürettiğini düşünerek, bunlara "gemula" adını vermiştir. Bu kurama göre, vücuttaki bütün hücreler gemula üretmekte ve bu gemulalar gelişim dönemi boyunca vücutta dolaşmaktadır. Bitki ya da hayvan üreme zamanına geldiğinde, gemulalardaki kalıtsal bilgi üreme organlarından gametlere ve buradan da çocuğa geçmektedir.<sup>8,25,28</sup> Anneden ya da babadan gelen farklı özellikteki gemulalarda her iki ebe-

veynin özellikleri karışarak çocuğa aktarılmaktadır.<sup>8</sup> Darwin için bu kalıtım kuramı yine kendisine ait olan doğal seçim kuramının tamamlayıcısı niteliğinde olmuştur.<sup>28</sup>

## GREGOR JOHANN MENDEL

Gregor Johann Mendel, bilim tarihinde önemli bir iz bırakmıştır. Charles Darwin'in evrim kuramı ile birlikte Mendel'in kalıtım kuramı, bugünkü biyolojinin kuramsal temelini oluşturmuştur.<sup>29</sup>

Mendel'in hayatı ile ilgili bazı belgeler Mendel'in ölümünden sonra kendisinin yerine gelen başrahip tarafından yakıldığından, ona ilişkin kişisel bilgiler sınırlıdır. Bununla birlikte, çalışmalarının öneminin anlaşılması üzerine Mendel'e ait bazı resmî belgeler manastır arşivinde genç rahip Anselm Matousek tarafından ortaya çıkarılmıştır. Mendel ile ilgili bilgiler çoğunlukla Mendel'in kısa otobiyografisi, öğrenim belgeleri ve İsveçli botanikçi Carl Wilhelm von Nägeli (1817-1891) ile yazışmalarına dayanmaktadır. İlk biyografisi, "Gregor Johann Mendel: Leben, Werk und Wirkung", 1924 yılında Çek biyolog Hugo Iltis tarafından yazılmıştır.<sup>30</sup>

## GREGOR JOHANN MENDEL'İN YAŞAMI

Johann Mendel, 22 Temmuz 1822\* tarihinde o dönem Habsburg Hanedanlığı'na bağlı olan Silezya Bölgesi (Günümüz Çek Cumhuriyeti)'nin Hynčice (Heinzendorf) köyünde Mendel ailesinin oğlu olarak dünyaya gelmiştir.<sup>30-32</sup>

Baba Anton Mendel, Avusturya Ordusu'nda Napolyon Savaşları'na katılmış, 1818 yılında kendisi gibi çiftçi bir aileden gelen Rosine Schwirtlich ile evlenmiştir. Mendel çiftinin 1822 yılında doğan Johann ve doğum sırasında ölen iki çocuğunun yanı sıra, 1820 yılında Veronica ve 1829 yılında Theresia adında iki kız çocuğu daha dünyaya gelmiştir.<sup>30,31</sup>

Mendel ailesi, bahçelerinde meyve ağaçları yetiştirmiş ve arıcılıkla uğraşmıştır. Bölge sakinlerinin başlıca geçim kaynaklarından biri meyve

\*Vaftiz kayıtlarına göre Mendel'in doğum tarihi 20 Temmuz 1822'dir. Ancak, Mendel doğum gününün 22 Temmuz olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle biyografik kaynaklarda Mendel'in doğum tarihi 22 Temmuz 1822 olarak kabul edilmiştir.<sup>31</sup>

yetiştiriciliği olduğundan, köyde en iyi meyve çeşitlerinin üretilmesine büyük önem verilmiştir. Johann Mendel de küçük yaşta bahçede çalışmak zorunda kalmıştır.<sup>31</sup>

Hynčice köyü, ülkenin birçok yerinde henüz yaygın olmayan bir köy okuluna sahip idi. Okul yaşı geldiğinde bu okula başlayan Mendel, okulunda meyve ağaçlarından tohum toplayarak nesli iyileştirecek fideler yetiştirmeyi öğrenmiştir.<sup>32</sup>

Mendel'in yetenekli bir öğrenci olduğu kısa sürede öğretmenleri Thomas Makitta ve Johann Schreiber tarafından anlaşılmıştır. 1833 yılında öğretmenlerinin tavsiyesi üzerine Hynčice'den 25 km uzaklıkta bulunan Liepnik'te daha iyi bir okula gönderilmiştir. Bu okula üçüncü sınıftan başlayan Mendel, burada da başarı gösterince, kendisinin 1834 yılında Hynčice'den 36 km uzaklıktaki Opa-va'da (Trappau) bulunan daha ileri düzeyde bir okul olan Gymnasium'a gitmesi uygun bulunmuştur.<sup>30,31</sup>

Ailesi için Johann'ı Gymnasium'a göndermek kolay bir karar olmamıştır. Johann'ın bu okula gitmesi durumunda, ailesi okul ücretini nasıl ödeyecekleri konusunda endişe duymuştur. Bunun yanı sıra, Mendel bu okula başladığında ailesi Johann'ın çiftliğin işletmesini devralmayacağını kabul etmiş olacak idi. Buna rağmen, Mendel 1834 yılında Gymnasium'a başlayarak 1840 yılının Ağustos ayına kadar burada eğitim görmüştür.<sup>30</sup> Eğitimi sırasında okul masraflarını karşılayabilmek için arkadaşlarına ücret karşılığı ders vermeye başlamıştır.<sup>31,32</sup>

Gymnasium'da 1814 yılında kurulan bir doğa tarihi müzesi de bulunmakta idi. Sürekli geliştirilen bu müzenin konularından biri de Mendel'in hayatının geri kalan döneminde ilgi göstereceği meteorolojiydi ve Mendel müzeyle yakından ilgilenmiş idi.<sup>31,32</sup>

Mendel'in, Gymnasium'daki altı yıllık eğitiminden sonra üniversiteye gidebilmek için diğer mezun öğrenciler gibi Habsburg Hanedanlığı'nda bir üniversiteye bağlı bir enstitüde ya da bağımsız bir enstitüde iki yıl daha felsefe eğitimi alması gerekmekte idi. Mendel'in gidebileceği en yakın ens-

titü Olomouc (Olmütz) kentinde bulunmaktaydı.<sup>30,31</sup>

Gymnasium'dan 1840 yılında, 18. yaşında mezun olan Mendel, daha sonra özel ders vereceği öğrenci bulamamış ve burada da maddi sıkıntı çekmeye başlamıştır. Bu dönemde hayatı boyunca geçireceği hastalığın ilkinin geçirmiş ve bir yıl ailesinin yanına dönmek zorunda kalmıştır.<sup>30-32</sup>

İyileştikten sonra Olomouc'taki Felsefe Enstitüsüne kaydolan Mendel; burada hukuk, teoloji ya da tıp okuyabilmek için iki yıl boyunca eğitim almak zorunda idi. Bu sırada Mendel'in babası beş yıl önce çiftlikte geçirdiği kaza nedeni ile çiftlikte çalışamaz duruma gelmiş ve Johann'dan son kez çiftliği devralmasını istemiştir. Ancak, Johann babasının bu isteğini de geri çevirerek eğitimine devam etmiştir.<sup>31</sup>

Mendel Olomouc'a gittiğinde yeniden maddi sıkıntı yaşamaya başlamıştır. Bunun yanı sıra, Almanca konuşan Mendel için Çekçe konuşulan bölgede yaşamak ciddi sıkıntılara yol açmıştır. İlk dönemin sınavları sırasında yeniden hastalanmış; ancak yine de matematik ve Latince derslerinden yüksek notlar alabilmiştir. Hastalığı sırasında evine dönerek bir süre burada dinlenmiş ve yeniden okuluna dönerek iki yıllık eğitimini tamamlamıştır.<sup>31</sup>

Bu sırada Mendel'in ablası evlenerek çiftliği satın almıştır. Satış sözleşmesine göre geçimini sağlaması için Mendel'e başlangıçta 100 altın florin ve rahip olması ya da başka bir iş ile geçimini sağlaması koşuluyla eğitim gördüğü süre boyunca her yıl 100 florin verilmesi planlanmış idi. Bunun yanı sıra, diğer kız kardeşi de çeyiz parasının bir kısmını Mendel'e vererek destek olmuştur.<sup>31</sup>

Mendel, Olomouc'ta dini derslerin yanında kuramsal ve uygulamalı felsefe, etik, matematik, fizik ve pedagoji dersleri de almıştır. 1843 yılında fizik dersini aldığı Prof. Friedrich Franz ile geleceği hakkında görüşen Mendel; Prof. Franz'dan Brno'daki Augustinus Manastırı'na gitmesi tavsiyesini almıştır. Prof. Franz da bu manastırda yaşamış ve manastır başrahibi Franz Cyrill Napp kendisinden manastır için adaylar bildirmesini istemiş, bunun üzerine Franz da Mendel'i önermiştir.<sup>30,31</sup>

Franz'ın bu tavsiyesi üzerine Johann Mendel, 7 Eylül 1843 tarihinde, 21 yaşında iken manastıra kabul edilmiştir. Geleneklere uygun olarak 9 Ekim 1843 tarihinde kendisine "Gregor" adını seçmiştir.<sup>30,31</sup>

Brno Manastırı tarihsel açıdan önemli bir manastırdır. On dördüncü yüzyılda Kral IV. Charles (1316-1378) tarafından kurulmuştur. Kurulduğu dönemde Brno kentinin merkezinde yer alan manastır, 'Siyah Meryem (Black Madonna)' tablosuna sahip olduğu için de önemlidir.<sup>32</sup> Doğa bilimleri üzerine yoğunlaşan manastır, büyük bir kütüphaneye de sahiptir. Ayrıca, büyük mülk sahiplerinden biri olduğundan eyalet meclisinde temsil edilmiştir.<sup>32</sup>

Mendel, manastıra girdiğinde kendisini dünyadan ya da kültürel ve bilimsel gelişmelerden soyutlamamıştır. Bunun aksine, manastırda hem maddi sıkıntılarından kurtulmuş hem de kendini Moravya kültürünün ve bilimsel çalışmaların merkezinde bulmuştur. Manastır sakinlerinin çoğu Brno'daki Felsefe Enstitüsünde ya da Gymnasium'da tam zamanlı öğretmenlik yapıyor iken, bazıları da manastırda birkaç yıl kaldıktan sonra üniversitede çalışmaya başlamakta idi.<sup>30</sup>

Mendel, manastırdaki ilk yılında klasik dersleri okumuş, teoloji öğrenimine bir yıl süren adaylık döneminden sonra başlamıştır. İlk yılında zorunlu tarım derslerine ve Brno Felsefe Enstitüsünde elma ve üzüm yetiştiriciliği derslerine katılmıştır. Bu derslerde bitkilerin verimini artırmak için fazla ürün veren bitkilerle yapay tohumlama yapmasını öğrenmiştir.<sup>31</sup>

Manastırda ayrıca, rahiplerin çalışmalarında kullanabilecekleri botanik ve mineral koleksiyonları da yer almakta idi. Bu koleksiyonlar üzerinde çalışan Mendel, bu sayede doğa bilimlerine daha fazla zaman ayırmıştır. Manastırdaki ilk yılında rahip adayları bir tarım uzmanı olan Anton Keller'in gözetiminde bulunmakta idi. Keller, farklı altı kavun çeşidinin değişik özelliklerini tanımlayan bir yazı yayımlamıştır. Aynı zamanda, yeni meyve ağacı ve palmiye çeşitleri yetiştirmenin ekonomik yönleri de araştırdığı konular arasında yer almıştır.<sup>31</sup>

Mendel, rahiplik görevini yaptığı sırada birtakım sağlık sorunları yaşamıştır. Hastanede hasta yatıklarını ziyaret ettiği sırada en az dört kere rahatsızlanmıştır. Bu nedenle başrahip Napp, bütün rahiplik görevlerinden Mendel'e muafiyet vermiştir.<sup>30,32</sup>

Başrahip Napp'ın Mendel'i rahiplik işlerinden muaf tutmasının ardından, Mendel de manastırdaki diğer pek çok rahip gibi öğretmenlik yapmak istemiştir. Napp'ın tavsiyesi üzerine 7 Ekim 1849 tarihinde Znojmo (Znaim)'daki Gymnasium'da haftada 20 saat ders vererek öğretmenlik yapmaya başlamıştır.<sup>31</sup> Ancak, Gymnasium'da daimi olarak öğretmenlik yapabilmesi için öğretmen adaylarının girmesinin zorunlu olduğu sınavı geçmesi gerekmiştir.<sup>30,31</sup>

Üç bölümden oluşan sınavın ilk bölümünde, adaylardan yaz döneminde iki deneme yazısı yazması beklenmekte idi. Bu sınavı başarıyla geçen adayların Viyana'da yapılan ikinci ve üçüncü sınavlara katılmasına izin verilmekteydi.<sup>30</sup>

Mendel, 1850 yılında girdiği sınavın ilk bölümünde Viyana'da bulunan fizik profesörü Baron von Baumgartner için havanın fiziksel ve kimyasal özellikleri ve rüzgarın oluşumu üzerine; zooloji profesörü Rudolf Kner için ise volkanik ve tortul kayaçlar ile ilgili bir jeoloji yazısı yazmıştır.<sup>30-32</sup> Konular hakkında bir eğitim almamış olan Mendel bu yazıları öğretmenliğini sürdürürken sekiz hafta içinde yazmak zorunda idi.<sup>30,31</sup>

İlk bölümünden geçen Mendel, sınavın ikinci bölümü için Viyana'ya gitmiştir. Burada fizik ve zooloji ile ilgili yazılar yazmak durumundadır. İlk yazısı fizik alanındandı ve kendisinden çelik çubuktan nasıl mıknatıs yapılacağını anlatması istenmiş idi. Yazıyı okuyan Baumgartner ve Doppler, yazı hakkında olumlu değerlendirme yapmışlardır. İkinci yazısında ise özelliklerini belirterek memelileri sınıflandırması gerekmekte idi. Ayrıca, kendisinden insan için yararlı hayvan örnekleri vermesi istenmiştir. Bu yazıyı değerlendiren Kner, Mendel'i başarılı bulmamıştır. Mendel bu sınavdan sonra sözlü sınava alınmış; ancak bu sınavı da geçememiştir. Bunun üzerine sınav komisyonu Mendel'in çalışmalarına devam etmesini ve bir sonraki yıl yeniden sınava girmesini tavsiye etmiştir. Başa-

rısızlığı sonucunda hayal kırıklığı yaşayan Mendel, öğretmen olma hayalinden vazgeçmek zorunda kalacağından endişe ederek Brno'ya geri dönmüştür.<sup>31</sup>

1851 yılında Brno Teknik Okulunda kısa bir süreliğine doğa tarihi dersleri veren Mendel, bu okulda okul müdüründen yüksek övgüler almıştır. Aynı dönemde başrahip Napp, üniversitede daha ileri düzeyde bilimsel eğitim alması için Mendel'in Viyana'ya gitmesini sağlamıştır.<sup>2</sup>

Gregor Mendel, Viyana Üniversitesinde 1851 yılından 1853 yılına kadar iki sene geçirmiş ve burada alanında önemli isimler ile çalışma fırsatı yakalamıştır.<sup>33</sup> Mendel'in çalıştığı ana konular fizik ve botanik idi.<sup>2</sup> Christian Doppler (1803-1853)'den deneysel fizik, Franz Unger (1800-1870)'den bitki fizyolojisi ve Andreas von Ettingshausen (1796-1878)'den matematiksel fizik dersleri almıştır.<sup>15,30</sup> Ayrıca, üniversiteden sonra uzun süre mektuplaştığı Carl Wilhelm von Nägeli (1817-1891) ile de Viyana Üniversitesinde tanışmıştır.<sup>32</sup>

İlk döneminde deneysel fizik dersleri alan Mendel, bir sonraki dönemde zooloji dersine kaydolmuşsa da fizik dersinin saatleri ile çakıştığından zooloji dersinden vazgeçmek durumunda kalmıştır. Üniversitenin üçüncü dönemi hem kuramsal hem de uygulamalı derslerin sayısı bakımından Mendel'in üniversitede geçirdiği en yoğun dönem olmuş; bu dönemde Mendel kimya, matematik, paleontoloji, anatomi ve bitki fizyolojisi dersleri almıştır. Bitki fizyolojisi derslerinde mikroskobu da kullanarak kuramsal bilgisini uygulama şansı elde etmiştir.<sup>31</sup>

1851 yılında Doppler'in aritmetik ve cebir ile ilgili yazdığı kitabın ikinci baskısından Mendel oldukça etkilenmiştir. Bu kitapta Doppler, uygulamalı bilimin gereksinimleriyle bağlantılı olarak kombinasyon ve olasılık kuramlarının ilkelerini özetlemiştir. Mendel bu ilkeleri daha sonra kendi bitki çaprazlama deneylerinde kullanmıştır. Bununla birlikte, Mendel, Doppler'in deneysel araştırma yöntemlerinden ve bilimsel problem çözme biçimlerinden de yararlanmışır.<sup>31</sup>

Andreas von Ettingshausen, Mendel'in üniversite eğitiminde ders aldığı bir diğer isimdir. 1821 yılında beri Viyana Üniversitesinde yüksek mate-

matik profesörü olarak çalışan Ettingshausen, 1826 yılında Kombinatorik Analiz (Combinatorial analysis) kitabını; 1842 yılında Baumgartner ile Temel Fizik (Basic physics) kitabının yedinci baskısını ve 1843 yılında kendi ders kitabını yazmıştır. Kendi yazmış olduğu kitabında deneysel sonuçların matematiksel olarak genellenmesinin önemini vurgulamıştır. Öğrencisi olan Mendel, daha sonra bitki çaprazlaması çalışmalarında bu kitaptaki ilkeleri uygulamıştır.<sup>31</sup>

Christian Doppler ve Andreas von Ettingshausen'den öğrendikleri gibi, botanik profesörü olan Franz Unger'den öğrendikleri de Mendel'in çaprazlama deneyleri için önemli bir yere sahiptir. Unger, 19. yüzyılda botanik alanındaki gelişim çalışmalarının öncü isimlerinden biri olmuştur. Hücre kuramının kurucularından biri olan Matthias Jakob Schleiden (1804-1881)'den etkilenen Unger, elekli boru tüpleri gibi hücresiz görünen yapıların bile hücrelerden oluştuğunu göstermiştir. Böylece anatomiye meydana getiren tek yapının hücreler olduğunu belirtmiştir.<sup>34</sup>

1852 yılında ortaya attığı evrim ile ilgili görüşünde Franz Unger, doğal populasyonlarda farklılıkların ortaya çıktığını, bu farklılıkların incelenmesinin türlerin kökeni probleminin çözümü için önemli olduğunu savunmuştur.<sup>35</sup> Türlerin sürekliliği fikrini reddetmiş ve değişim sürecinin devam ettiğini söylemiştir.<sup>32</sup>

Mendel, çaprazlama deneylerinin en ünlü öncüleri olan ve daha önce bahsettiğimiz Kölreuter ve Gäertner'in çalışmalarını Unger aracılığıyla Viyana'da öğrenmiştir.<sup>36</sup> Melez bitkiler üzerinde de çalışmalar yürüten Unger, iki bitkinin melez bir bitki oluşturmak için çaprazlanması sonrasında aynı biçimde bitkilerin meydana geleceğine inanmakta idi. Bu melez bitkilerin birbiri ile çaprazlanmasıyla ortaya çıkacak ikinci kuşağın, ilk çaprazlanan bitkilerin özelliklerini taşıyacağını düşünmekte idi.<sup>32</sup>

Mendel, 21 Temmuz 1853 tarihinde Viyana Üniversitesindeki eğitimini tamamlayarak Brno'ya geri dönmüştür. Viyana dönüşünün hemen sonrasında doğa tarihi öğretmeni olabilmesi için girmesi gereken sınava girmemiştir. Bununla beraber, 1854 yılının Mayıs ayında, Brno'da 1851 yılında açılan



Realschule’de derslere girmeye başlamıştır.\* Mendel, bu okulda ikinci ve üçüncü sınıflara fizik ve doğa tarihi dersleri vermiştir.<sup>31,32</sup>

1855 yılında Mendel bir kez daha öğretmenlik sınavına başvurmuştur. 1856 yılında Viyana’da gerçekleşen sınavda Mendel ilk soruyu yanıtladıktan sonra yeniden hastalanmış, sınavı tamamlayamamıştır. Sınavdan çekilerek Brno’ya geri dönmek zorunda kalmıştır.<sup>15,30</sup> Geçirdiği bu hastalık öğreniyken birkaç kez yaşadığı hastalık ile aynıdır. Mendel’in hastalığı üzerine çalışan Dr. Joseph Sajner (1963), bu hastalığı stabil olmayan psikolojik yapı [psikolojik zorlanmaya tepki(?)] (unstable psychological constitution) olarak tanımlamıştır.<sup>30</sup> İyileştikten sonra bir daha öğretmenlik sınavına girmeyen Mendel, başrahip seçilinceye kadar vekil öğretmen olarak ders vermeye devam etmiştir.<sup>30,33</sup>

1868 yılında hayatını kaybeden başrahip Napp’in yerine, yapılan oylamaların ardından Mendel başrahip olarak seçilmiştir. Mendel’in başrahip seçilmesi yaşamının büyük ölçüde değişmesine de neden olmuştur.<sup>32</sup> 30 Mart 1868 tarihinde yeni görevine başlayan Mendel, görevinin ilk gününde manastırın karşı karşıya olduğu karmaşık ekonomik sorunların üstesinden gelmek zorunda olduğunu anlamıştır.<sup>31</sup> Manastırdan o zamana kadar vergi alınmamış; ancak dönemin hükümeti 1830-1864 yılları arasındaki dönem için cemaatteki rahiplerin maaşlarının ödenmesine katkıda bulunacak bir fona 34 bin gulden ödenmesini talep etmiştir. Mendel bu vergiyi ödemeyi reddetmiş; söz konusu vergi sorunu, ancak Mendel öldüğünde çözülebilmıştır. Ayrıca, 1875 yılında hükümet, manastırları vergi ödemeyi zorunlu hâle getiren bir yasayı kabul etmiştir. Mendel bu vergiyi ödemeyi de reddetmiştir.<sup>31,32</sup>

## MELEZLEME ÇALIŞMALARI

### BİTKİ MELEZLERİ ÜZERİNE DENEYLER (VERSUCHE ÜBER PFLANZEN-HYBRİDEN)

Literatüre göre, 1853 yılında Viyana’dan manastıra döndüğünde Mendel’in aklında bitki melezlemesi,

kuşaktan kuşağa aktarım ve önceki bitki yetiştirme deneyimlerine dayanan bir araştırma programı bulunmakta idi.<sup>31-33</sup>

Viyana’dan döndükten sonra başladığı melezleme deneylerinin sonuçlarını 43 yaşında, 8 Şubat 1865 ve 8 Mart 1865 tarihlerinde Brno Doğa Bilimleri Cemiyeti’nde gerçekleştirilen toplantıda sunmuştur.<sup>26,37</sup> 1865 yılında sunmuş olduğu bu makale, 1866 yılında *Cemiyet’in* dergisinde yayımlanmıştır.<sup>37</sup>

Bitki Melezleri Üzerine Deneyler, hem biçim hem de içerik olarak kendinden önceki makalelerden farklılık göstermiştir.<sup>31</sup> Mendel çalışmasında, bütün bir bitkinin tüm özelliklerini tanımlamaya çalışmak yerine, tohum rengi ya da tohum şekli gibi tek ve kolayca ayırt edilebilen özellikleri gözlemlemiştir. Bununla beraber, kalıtım ilkelerini ortaya koyarken her bir özelliği taşıyan bitkileri tam olarak sayarak nicel verilerden yararlanmıştır.<sup>26,37</sup>

On bir bölümden oluşan makalede, bezelye bitkilerinin görünen özelliklerinin aktarılması ayrıntılı olarak anlatılmıştır.<sup>38</sup> Ayrıca, bu özelliklerin ne zaman ve ne sıklıkla ortaya çıkacağını belirleyen, görünmeyen, ancak mantıksal olarak var olduğu düşünülen ‘birimler’ tanımlanmış ve bu birimlerin davranışları analiz edilerek kalıtım ilkeleri açıklanmıştır.<sup>39</sup>

Makalenin giriş bölümünden sonra, ilk iki bölüm deney bitkilerinin seçimi ve deneylerin düzenlenmesine ayrılmıştır. Bu bölümlerden sonra gelen beş bölümde (4.-8. bölümlerde) Mendel, çaprazlama deneylerinden elde ettiği verilerden söz etmiştir.<sup>38</sup>

Yayımladığı makalesinde Mendel’in deneylerine ne zaman başladığı ya da çalışmalarının zaman olarak nasıl düzenlendiği net olarak belirtilmemiştir. Nägeli’ye yazdığı mektuplardan, deneylerine 1856 ya da 1857 yıllarında başladığı tahmin edilmektedir. Çalışmasını 1863 yılında tamamlamıştır. Mendel, ayrıca diğer bitkilerle de deneyler yapabilmek için daha fazla zamana ve alana ihtiyaç duyduğunu belirtmiştir. Ancak, Nägeli’ye yazdığına göre, 1864 yılında *Bruchus pisi* böceğinin neden olduğu hasar yüzünden deneylerini kesmek zorunda kalmıştır.<sup>31</sup>

\*Bu okul aynı zamanda, Mendel’in hibridizasyon/çaprazlama deneylerinin sonuçlarını okuduğu okuldur. 1965 yılında çalışmanın yayımlanmasının 100. yılında okul duvarına bir Mendel plaketi yapılmıştır.

Mendel, deney bitkisi seçiminin önemli olduğunu düşünmüştür. Ona göre deney bitkileri mutlaka farklı özelliklere sahip olmalı ve bu bitkilerin melezleri, çiçeklenme döneminde bütün yabancı polenlerin etkisinden korunabilmelidir. Bununla beraber, melez bitkiler ve bunların yavruları gelecek kuşaklarda önemli derecede kısırlık yaşamamalıdır.<sup>38</sup>

Mendel, başlangıçta uygun deney bitkilerini bulabilmek için *Leguminosae* (baklagiller) familyasından çeşitli türler ile ön deneyler yapmıştır. Bu deneylerde *Pisum* (bezelye) cinsinin gerekli özelliklere sahip olduğunu göstermiştir.<sup>38</sup>

Bezelye bitkisi (*Pisum sativum*-bahçe bezelyesi), pek çok açıdan melezleme deneyleri için avantajlı bir bitkidir: Bu bitki gözlenmesi kolay karakterlere sahiptir. Melezler birbirleri ile çaprazlandığında verimli kuşaklar vermektedirler. Bunun yanı sıra, üreme organları korunur durumdadır ve bu sayede yabancı tozlaşma tehlikesi de büyük ölçüde önlenmektedir. Ayrıca, dişi ve erkek organlar aynı bitki üzerinde bulunmakta; böylece bitki kendi kendini döleyebilmektedir.<sup>38,39</sup> Bu bitkinin bir diğer avantajı da hem saksıda hem de açık alanlarda kolayca üretilebilmesidir ve diğer bitkilerle karşılaştırıldığında nispeten kısa büyüme periyotlarına sahiptir.<sup>38</sup>

Mendel, deneylerinde kullanacağı bezelye bitkisini belirlemek amacıyla, birbirlerinden az ya da çok farklı 34 çeşit bezelye ile iki yıllık bir deneme süresi geçirmiştir. Bu deneme süresince özelliklerin sabit olduğundan (Kuşaktan kuşağa geçtiğinden) emin olmak istemiştir. Özellikleri değişmeden kalan sabit melezler ile atasal özelliklerin bazı kuşaklarda farklılık gösterdiği melezleri birbirinden ayırmıştır. İki yıl sonunda 22 çeşit sabit melezi deneylerinde kullanmak üzere seçmiştir.<sup>38</sup>

Mendel, bitki türleri için sistematik bir sınıflandırma yapmamıştır. Çoğunluğun *Pisum sativum* türüne ait olduğu, geri kalanların ise *Pisum quadratum*, *Pisum saccharatum* ve *Pisum bellatum* olduğu varsayılmıştır.<sup>38</sup>

Mendel, deneylerinde, *Pisum* bitkisinin birbirinden farklı yedi özelliğini seçmiştir. Bu özellikler: (1) Tohum şekli (yuvarlak veya buruşuk), (2)

Tohum rengi (yeşil ya da sarı), (3) Çiçek rengi (beyaz ya da mor), (4) Tohum zarfı şekli (düzgün ya da boğumlu), (5) Tohum zarfı rengi (yeşil ya da sarı), (6) Çiçek konumu (gövde ekseninde ya da gövdenin ucunda) ve (7) Bitki boyu [bodur (0,24-0,46 m) ya da uzun (1,9-2,2 m)].<sup>38,40</sup>

#### TEK KARAKTERLE YAPILAN MELEZLEME ÇALIŞMALARI

Mendel, ilk olarak bezelye tohumlarının şekil ve renk özelliklerini iki bitki arasında yapay tozlaşma ile çaprazlamış ve ilk melez kuşağı gözlemlemiştir. Aynı yıl içinde yedi özelliğin tamamı için aynı deney yöntemini gerçekleştirmiştir.<sup>38</sup>

Mendel, ilk deneyinde 15 saf ırk yuvarlak tohumlu bitkiyi buruşuk tohum taneli bitkiyle çaprazlamıştır. Bu çaprazlama sonucu oluşan tohumların tamamında yuvarlak özellikte bitkiler elde etmiştir. Mendel, bu 15 bitki üzerinde 60 kez çaprazlama yapmış ve sonuçta hep aynı yuvarlak tohumlu melezleri (F1) elde etmiştir.<sup>31,40</sup>

Mendel, yedi farklı özellik üzerinde yaptığı çaprazlamalarda melezlerin bu özelliklerden her birinin iki ebeveynin özelliklerinden birine ya tamamen ya da tamamına yakın benzediğini gözlemlemiştir. Diğer ebeveynin özelliği ise ya tamamen kaybolmuş ya da görünemez duruma gelmiştir. Mendel, çaprazlamalarında tümüyle değişmeden geçen ya da hemen hemen hiç değişmeden aktarılan ve kendi başına melezin özelliğini belirleyen bu karaktere “dominant (baskın)”, gizli kalmış karaktere de “resesif (çekinik)” demiştir. Mendel’e göre, resesif karakterler tamamen ortadan kaybolmaz; kendi kuşaklarında değişmeden yeniden ortaya çıkarlar. Bu yedi özellikten yuvarlak tohum, sarı tohum, mor çiçek rengi, düzgün tohum zarfı (meyve kabuğu), yeşil tohum zarfı (meyve kabuğu), gövde ekseninde çiçek ve uzun boylu bitki özellikleri dominant özelliktedir.<sup>38</sup>

Mendel, bir sonraki ekim döneminde hem yuvarlak hem de buruşuk tohumlu bitkileri ekerek bitkilerin kendi kendine tozlaşmasını beklemiş ve bunlardan ilk kuşak (F2) bitkilerini elde etmiştir. Bu kuşakta 5.474 yuvarlak tohum, 1.850 buruşuk tohum gözlemlemiştir.<sup>38</sup> Mendel, bu deneyleri ile bitkilerdeki tek özelliklerin sayısal analizlerini yap-

mış ve böylece niceliksel verileri niteliksel olarak değerlendirebilmiştir.<sup>31</sup> Mendel, diğer altı özellik ile yaptığı deneylerde de benzer 3:1 oranını kaydetmiştir. Bu deneylerde, tohum şekli buruşuk olan ebeveynlerden ilk kuşakta sadece buruşuk tohumlu bitki elde edildiğini de gözlemiştir.<sup>38</sup>

Mendel, F2 kuşağının da kendi aralarında tozlaşmasını sağlamış ve bu kuşağı kendi arasında tozlaştırarak ikinci kuşağı (F3) elde etmiştir. Bu kuşakta resesif karakter gösteren bitkilerin değişmeden sabit kaldığını bulmuştur.<sup>38</sup>

Bu deneyler sonucunda, tohumların 1/3'ünün yuvarlak, geri kalan 2/3'ünün hem yuvarlak hem de buruşuk özellikte olduğunu gözlemiştir. Bu deney sonunda Mendel, "İlk kuşakta baskın ve çekinik özelliklerin 3:1 olan oranı, baskın özelliği melez ve atasal olarak ayrıldığında bütün deneylerde 2:1:1 oranında dağılacaktır." sonucuna varmıştır.<sup>38</sup>

Mendel, tek özellik ile ilgili deneylerini birinci ve ikinci özellikler için altı kuşak; üçüncü ve yedinci özellikler için beş kuşak; dördüncü, beşinci ve altıncı özellikler için ise dört kuşak sürdürmüştür. Her kuşakta görülen özelliklerin oranının 2:1:1 melez ve atasal form olarak ayrıldığını göstermiştir.<sup>38</sup>

Mendel, dominant ve resesif karakterleri tanımlamak için harf sistemini kullanmıştır. Büyük harfler (A) ile dominant özellikleri, küçük harfler (a) ile resesif özellikleri belirtmiştir. Buna göre, Aa melez formu temsil etmektedir. A+2Aa+a matematiksel ifadesi ise dominant ve resesif özelliklerin kuşaklarda ortaya çıkma ifadesi olarak kullanılmıştır.<sup>38</sup>

Mendel, Kölreuter, Gäertner ve diğer araştırmacıların çaprazlama deneylerinden elde ettikleri, melezlerin ebeveynlerine dönüşme yatkınlığı bulunduğu şeklindeki gözlemlerini doğrulamış, bunun yanı sıra bu bulgularının matematiksel bir analizini yapmıştır. Mendel, aynı tozlaşmadan meydana gelen melez bitkilerin, sabit kalan melezlerle ve diğer kuşaklar ile karşılaştırıldığında, özellikleri sürekli azalsa da hiçbir zaman tamamen ortadan kaybolmayacağını söylemiştir. Örneğin; 10. kuşakta her 2.048 tohumdan 1.023'ünün atasal baskın özellikli, 1.023'ünün ise resesif özellikli olduğunu ve sadece ikisinin melez olduğunu göstermiştir.<sup>38</sup>

## İKİ KARAKTERLE YAPILAN MELEZLEME ÇALIŞMALARI

Mendel, deneylerini sürdürerek tek özellik ile ilgili bitkilerde gözlemlediği sonuçların iki ve daha fazla farklı özellik için de geçerli olup olmadığını denemek amacıyla bitkileri yeniden çaprazlamıştır. Bu amaçla, ilk olarak tohum şekli ve tohum rengi özelliklerini seçmiştir. Mendel, 15 melez bitki kullanarak hem sabit özellikleri hem de bu sabit özelliklerin kombinasyonlarını içeren 556 tohum elde etmiştir. Bu tohumların 315'i yuvarlak sarı, 101'i buruşuk sarı, 108'i yuvarlak yeşil, 32'si ise buruşuk yeşil özelliklere sahiptir.<sup>38</sup>

Bu 556 melez bitkiyi de kendi kendine tozlaştırarak bir sonraki kuşakta 629 melez bitki üreten Mendel, elde ettiği bu melezleri üç gruba ayırmıştır. Birinci grup melezleri (AB, Ab, aB, ab) kuşaklar boyunca değişmeden sabit olarak kalan özelliklere sahip bitkilerdir. Bu bitkilerin sayısı her biri için 33'tür. İkinci grupta (ABb, aBb, AaB, Aab) bir özelliğin sabit, diğerinin melez olduğu bitkiler bulunmaktadır. Bu gruptaki bitkilerin sayısı yaklaşık 65'tir ve melez özellikler sonraki kuşaklarda görülmektedir. Her iki özellik bakımından melez bitkilerin (AaBb) bulunduğu üçüncü grupta bitkilerin sayısı 138'dir.<sup>31,32,38</sup> Bu grupların ait olduğu sayılar karşılaştırıldığında 1:2:4 oranının (32:65:138) oluştuğu görülmektedir.<sup>38</sup>

Mendel, iki farklı özelliğin çaprazlanmasından elde edilen 16 farklı kombinasyondaki melez bitki oranını 1:2:4 olarak açıklamıştır.<sup>38</sup> 1900 yılından sonra ise genetikçiler bu melez bitkilerin bu 16 kombinasyonu için 9:3:3:1 oranını kullanmışlardır. Bu orana göre, 9 bitki yuvarlak sarı, 3 bitki yuvarlak yeşil, 3 bitki buruşuk sarı ve 1 bitki buruşuk yeşil özelliğe sahiptir.<sup>31</sup>

Mendel, iki farklı özelliğin çaprazlanmasından elde edilecek melez bitki sayısının kombinasyonlarının dikkate alındığında bu oranın, AB+Ab+aB+ab+2ABb+2aBb+2AaB+2Aab+4AaBb matematik ifadesi ile gösterilebileceğini söylemiştir.<sup>31</sup>

Mendel, deneylerini üç ve sayıca az da olsa üçten fazla farklı özelliği çaprazlayarak sürdürmüştür. Yaptığı bu çaprazlamalara göre, iki atasal bitkideki farklı özellikler n olarak gösterilirse, 3<sup>n</sup> farklılıkların bir araya gelince kombinasyon seri-

sindeki terim sayısını, 2<sup>n</sup> sabit karakter sayısını ve 4<sup>n</sup> bu seri içindeki toplam melez bitki sayısını ifade etmektedir. Örneğin; ana stoktan dört farklı karakter çaprazlandığında 3<sup>4</sup>=81 kombinasyon serisini, 2<sup>4</sup>=sabit tipteki melez sayısını ve 4<sup>4</sup>=256 toplam birey sayısını vermektedir. Buna göre, 256 melez bitkiden 81 farklı kombinasyon meydana gelmektedir ve bu melezlerin 16'sı sabit özelliklere sahiptir.<sup>38</sup>

Mendel, yaklaşık 1856 yılında başladığı bezelye bitkileri ile ilgili deneylerinde, bütün özellikler için toplam 24 bine yakın bitki kullanmıştır.<sup>31</sup> Deneylerini iki kuşak boyunca çok fazla sayıda bitki ile yürüten Mendel, üçüncü kuşaktan itibaren bitkileri yetiştirmedeki yer sorunundan dolayı, bitki sayısını azaltmak zorunda kalmıştır. Bu nedenle, yedi deneyden her biri için ikinci kuşak bitkilerinde sadece bir örneği gözlemlemiştir.<sup>38</sup>

Gregor Johann Mendel, bu deneylerinden elde ettiği sonuçlardan bugün için de geçerli olan kalıtım yasalarını ortaya koymuştur: (1) Genetik karakterlerin her organizmada çiftler hâlinde bulunan birim faktörler tarafından kontrol edilmesi, (2) Dominantlık (Baskınlık) yasası, (3) Ayrılma yasası, (4) Bağımsız açılım yasası.<sup>40</sup>

#### DiĞER BİTKİLERLE YAPTIĞI ÇAPRAZLAMALAR

Mendel, *Pisum* bitkilerinden elde ettiği gözlemlerin ve bu gözlemlerinden ortaya çıkardığı kuralların diğer bitki türlerinde de geçerli olup olmadığını anlamak için en az 20 farklı bitki türüyle daha melezleme çalışmaları yapmıştır. Bu amaçla *Phaseolus* (fasulye) cinsinden bitkiler ile çeşitli deneyler gerçekleştirmiştir. *Phaseolus vulgaris* ile *Phaseolus nanus* bitkilerinin çaprazlanmasından elde ettiği sonuçlar ile *Pisum* bitkisinden elde ettiği sonuçları karşılaştırdığında, benzer oranlar olan 1:3 oranının oluştuğunu gözlemlemiştir. Daha sonra *P. nanus* ile *P. multiflorus* bitkilerini çaprazlamıştır. Ancak, bu çaprazlamalardan elde ettiği melezlerin çiçek renginde aynı oranı elde edemezken; çiçek konumu ve meyve şekli için hemen hemen 1:3 oranlarını gözlemleyebilmiştir.<sup>38</sup>

Mendel, Viyana'da öğrenci iken tanıştığı Carl Nägeli ile uzun bir yazışma dönemi geçirmiştir.

Münih Üniversitesinde botanik profesörü ve alanında önemli bir isim olan Nägeli, Mendel'in bitki melezleme çalışmalarına ilgi duymuş ve zaman zaman deneyleri için önerilerde de bulunmuştur.<sup>2</sup> Bununla beraber, Nägeli kendi yayımladığı melezleme çalışmalarında Mendel'den bahsetmemiştir.<sup>31</sup>

Mendel, bir mektubunda *Pisum* ile ilgili makalesinin bir nüshasını ve *Hieracium*, *Cirsium* ve *Geum* cinsleri ile sürdürdüğü melezleme deneylerine ait bilgileri de Nägeli'ye göndermiştir. Nägeli Mendel'in *Pisum* deneylerine çok ilgi göstermese de *Hieracium* çalışmaları ile ilgilenmiştir.<sup>41</sup> Günümüzde bu mektupların bazılarında ulaşılabilmektedir. Bulunabilen bu 10 mektup, 1866-1873 yılları arasında yazılmıştır ve Mendel'in melezleme çalışmalarını yaptığı dönemi açık bir biçimde anlatmaktadır.<sup>42</sup>

Mendel, *Hieracium* ile ilgili deneylerine başlarken de uygun homozigot ebeveynleri seçebilmek amacıyla *Pisum* deneyinde yaptığı gibi ön deneyler yapmıştır.<sup>43</sup> Ancak Mendel, *Hieracium* deneylerinden istediği sonucu elde edememiştir.<sup>42</sup>

#### DiĞER ALANLARDAKİ ÇALIŞMALARI

Mendel, başrahip olduktan sonra bitki melezleme çalışmalarına devam etmek için gereken zamanı bir daha bulamamıştır. Bunun sonucunda melezleme çalışmalarını 1871 yılında sonlandırmak zorunda kalmıştır.<sup>30</sup>

Bitki melezleme deneylerine devam edemese de farklı alanlarda bilimsel çalışmalarına devam etmiştir. Bunlardan biri meteoroloji olmuştur. 1857 yılında Philip Olexik ile meteorolojik gözlemlerine başlayan Mendel, 1858 yılında atmosferdeki ozon seviyesini ölçmeye başlamıştır.<sup>31</sup>

Aynı zamanda, Viyana Meteoroloji Cemiyeti üyesi de olan Mendel, 1862 yılında hava ile ilgili gözlemlerini *Doğa Bilimleri Cemiyeti Dergisi*'nde yayımlamıştır. Makalesinde büyük boyutta bir grafik sunan Mendel, bu grafikte sabah, öğle ve akşam vakitlerindeki günlük değerleri, rüzgârın yönünü, şiddetini, bulutların kapladığı alanlarla ilgili verileri ve beş günlük yağış miktarı ortalamasını detaylı bir biçimde açıklamıştır.<sup>31</sup> Ayrıca, yazısında 15 yılın ortalamaları ile yıllık gözlemler arasında yaptığı karşılaştırmalar da yer almıştır. Bölgede me-

teorolojik gözlem noktaları kurulduğunda, bu yazı, hem gözlemlerin zamanı hem de kullanılan istatistiksel çözümleme açısından elde edilen sonuçların yayımlanmasında temel alınmıştır.<sup>32</sup>

Ayrıca, 13 Ekim 1870 tarihinde Brno'da meydana gelen fırtınayı gözlemleyerek notlar almış; bu gözlemlerini *Doğa Bilimleri Cemiyeti*'nde sunmuş ve ardından makale olarak yayımlamıştır. Bu fırtınada hortumun büyüklüğünü, dönüş yönünü ve hızını doğru tanımlanmıştır.<sup>32,41</sup>

Yer altı sularının düzeyi ile salgın hastalıklar arasındaki ilişkiyi inceleyen bir yazıyı okuduktan sonra, 1865 yılından 1881 yılına kadar kuyulardaki su düzeylerini incelemiştir.<sup>31</sup>

Mendel, astronomi ile de amatör olarak ilgilenmiştir. O dönem konuşulan güneş lekeleri ile hava durumu arasında bağlantı olabileceği konusu ilgisini çekmiştir. Bunun üzerine, 1882 yılının Ocak ayından Kasım ayına kadar güneş lekelerini incelemiştir.<sup>31,32</sup>

1800'lü yıllarda arıcılıkla ilgilenenler verimi artırmak için çaprazlama yöntemini kullanmışlardır. Arılara yabancı olmayan Mendel, 1865 yılında bu konu ile ilgili Brno'da düzenlenen bir toplantı sonrası kendine bir arı evi yaptırmıştır. Bu arı evindeki her kovana numaralandırılmış, kraliçe arıların yerleştirilmesi, oğullar ve arıların özellikleri gibi verileri kaydetmiştir.<sup>31,32</sup>

Mendel, *Pisum* deneylerinden elde ettiği sonuçları ve kalıtım kuramını hayvanlar aleminde de uygulamak istemiş, bu amaç için arıların uygun olabileceğini düşünmüştür. Bu düşünce ile Kıbrıs, Mısır ve Güney Amerika arı türlerini birbirleri ile çaprazlamıştır. Bir kraliçe arının başka bir türden erkek arı ile çiftleşmesine olanak verecek şekilde özelleştirilmiş kafesler yapmıştır.<sup>31</sup>

1883 yılında sağlık durumu kötüleşen Mendel, meteorolojik gözlemlerini bırakmak zorunda kalmıştır.<sup>32</sup>

Gregor Johann Mendel, 6 Ocak 1884 yılında 61 yaşında iken hayatını kaybetmiştir. Ölüm nedeni kronik böbrek iltihabı ve aşırı kalp büyümesi olarak bildirilmiştir. Mendel'in ölümü ile ilgili olarak Brno'da yaşayan bir tanık şöyle demiştir: "Men-

del'in bakımıyla annem ve bir rahibe görevlendirilmişti. Bu yüzden Mendel'in son saatlerini annem sık sık anlatırdı. Başrahabin ayaklarına sarılan ve her gün birkaç defa değiştirilmesi gereken sargıları annem yıkıyordu. Esas olarak ayaklarında olmak üzere vücudunda su kaybı vardı. Hastalığı uzun sürdü ve ıstıraplıydı ama neredeyse hiç şikâyet etmedi. Zamanının çoğunu koltukta oturarak geçiriyor, yatağına ancak uykusu geldiğinde yatıyordu. Son gün sargıları neredeyse hiç ıslanmamıştı. Annem "Efendim, bugün ayaklarınız neredeyse kuru." dedi. Başrahip ise "Evet, iyileşme var." diye karşılık verdi. Ancak, daha sonra rahibe yatağı düzeltirken onu koltukta oturur durumda ölmüş olarak buldu."<sup>32</sup>

Mendel'in cenaze töreni 9 Ocak 1884 tarihinde yapılmıştır. Törene hükümet yetkilileri, Katolik Kilisesi'nden ve diğer dinlerden din adamları ve ilgili olduğu kurumların temsilcileri katılmıştır. Mezarı Merkez Mezarlığı'nın manastıra ait bölümündedir.<sup>32</sup> Günümüzde de aynı yerinde bulunmaktadır.

## ■ MENDEL SONRASI KALITIM DÜŞÜNCESİ (KLASİK DÖNEM 1900-1940)

Mendel'in bitki melezleme ile ilgili çalışmalarının 1865 yılında yayımlanmasının ve 40 kadar kopyanın dağıtılmasının ardından, bilim dünyasından herhangi bir tepki gelmemiştir. Bu çalışması, ancak yayımlandığı tarihten 34 yıl sonra, 1900 yılından itibaren gereken ilgiyi ve değeri görmüştür. Bu tarihte birbirinden bağımsız bitki melezleme konusunda çalışmalar yapan Hollandalı biyolog Hugo de Vries, Alman botanikçi Carl Correns ve Avusturyalı Erich von Tschermak, çalışmalarının sonuçlarını yayımlamışlardır. Her biri deneylerinin yeni bir buluş olduğunu düşünse de Mendel'in makalesinin farkına vardıklarında yaptıkları bu çalışmaların 34 yıl önce Mendel tarafından yapıldığını görmüşlerdir.<sup>2,32,44</sup> Mendel'in makalesi 1902 yılında İngiliz zoolog William Bateson tarafından "Mendel's Principles of Heredity: A Defense\*" adıyla İngilizce'ye çevrilmiştir. Bateson'a göre, bitki melezlenmesiyle ilgili yeni düşünceler yeni bir bilim alanının doğduğu anlamına gelmiştir.<sup>32</sup>

\* William Bateson (1902). Mendel's Principles of Heredity: A Defense. Cambridge University Press.

1905 yılında Bateson tarafından “genetik” terimi ilk kez bir mektup taslağında kullanılmış;<sup>45</sup> 1906 yılında da Londra’da genetik ile ilgili uluslararası ilk kongre düzenlenmiştir.

Mendel’in yaptığı melezleme deneyleri, klasik genetiğin gelişimine zemin hazırlamıştır. Bu dönemde Mendel’in yaptığı çalışmaların, insanlara ve diğer organizmalara da uygulanabileceği gösterilmiştir. 1902 yılında İngiliz Doktor Archibald Garrod tarafından alkaptonüri hastalığı tanımlanmıştır. Garrod, bu hastalığın kalıtımını farklı ailelerde birkaç kuşak boyunca incelemiş ve bu hastalığın ‘Mendelci çekinik bir özellik’ olarak yavrulara geçtiğini açıklamıştır. Garrod’un bu tanımı, ilk kez insanlardaki bir özelliğin Mendel yasalarıyla aktarılması anlamına gelmiştir.<sup>32</sup> Ayrıca, süreç içerisinde göz rengi, renk körlüğü, hemofili, ABO kan grupları ve Huntington hastalığının Mendel yasalarına uyduğu gösterilmiştir.<sup>46</sup>

1865-1900 yılları arasında, hücre ile ilgili önemli gelişmelerin meydana gelmesi sitoloji olarak adlandırılan bir alanın ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu yıllar arasında hücre çekirdeği keşfedilmiş ve hücrenin yaşam döngüsünün bir döneminde çekirdekte bulunan bir materyalin ‘kromozom’ adı verilen iplik benzeri yapılar hâlinde yoğunlaştığı gösterilmiştir.<sup>2</sup>

Bu açıdan önemli gelişmelerden biri, her cinsiyet için karakteristik olan kromozomların bulunması olmuştur. 1890 yılında ilk kez X kromozomu tanımlanmıştır. Daha sonra farklı türlerde bulunan cinsiyet kromozomları gösterilmiştir. 1900’lü yıllardan itibaren kromozomların kalıtımda rol aldıkları düşünülmüştür. Bu dönemde yapılan araştırmalardaki temel amaç, bunların kalıtım birimlerini taşıyıcı rollerini açıklamak olmuştur.<sup>2</sup>

*Drosophila* (meyve sineği) üzerine araştırmalar yapan Amerikalı Thomas Hunt Morgan, kırmızı gözlü bir dişi sinek ile beyaz gözlü erkek bir sineği çiftleştirmiştir. Bu deneyden kırmızı gözlü yavrular elde ederken, beyaz gözlü yavrular elde edememiştir. Böylece, beyaz göz ile ilgili kalıtımın çekinik olduğunu göstermiştir. Daha sonra, Mendel’in bitkilerde yaptığı yöntem gibi kırmızı gözlü sinekleri birbirleri ile çiftleştiren Morgan; beyaz

gözlü erkek ve kırmızı gözlü dişi sineklerde elde edilen oranların Mendel’in deneylerinde bulunduğu 3:1 oranı ile aynı olduğunu göstermiştir.<sup>32</sup> Morgan ve ekibi Mendel’in kuramının fiziksel temelini oluşturmasını sağlamışlardır.

Klasik genetik döneminin 1940’lı yıllarda sona erdiği kabul edilmektedir. Bu dönemde özelliklerin birbirinden ayrı olarak kalıtıldığı ve genetik bilginin aktarımının kesin kurallar çerçevesinde yapıldığı gösterilmiştir. Özelliklerin kromozomlarda bulunan gen adı verilen birimlerle belirlendiği de yine bu dönemde açıklanmıştır. Her kromozomda çok sayıda genin yer aldığı, üreme sırasında bu genlerin, bağımsız kromozom çeşitliliği veya mayoz bölünme ile homolog kromozomlar içindeki bölgeler arasında geçiş yaptığı bulunmuştur.<sup>2</sup>

Genetik değişiklikler, genlerdeki veya kromozomlardaki anormalliklerde, birbirine yakın genlerin bloklarını içeren mutasyonların bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Mendel tarafından belirlenen oranların mutasyonların yarattığı genetik farklılıklar olduğu da bu dönemde gösterilmiştir. Bu dönemde yapılan araştırmalar, daha sonraki yıllarda yapılacak genetik buluşlara da temel oluşturmuştur.<sup>2</sup>

## SONUÇ

Genetik, günümüzde bilimsel alanın en önde gelen disiplinlerinden biri konumundadır. Bu çalışmada, bu bilimin kurucusu olarak görülen Gregor Johann Mendel’in genetik tarihindeki rolüne kısaca ışık tutmak ve yaşamına odaklanmak amaçlanmıştır.

Çocukluğundan itibaren yer aldığı toplumsal konuma ve maddi sıkıntılara rağmen, Mendel, öğrenme ve eğitim istediğini göz ardı etmemiştir. Bu bağlamda, yaşadığı zorlukları aşma süreci önemlidir. İki kez babasının istediğini geri çevirerek çiftlik hayatını seçmemesinin hayatının dönüm noktalarını oluşturduğunu söylemek mümkündür.

Manastır hayatı Mendel’in yaşantısında kuşkusuz çok önemli bir yere sahiptir. Maddi anlamda sıkıntılarını çözen Mendel, buradaki bilim ortamından da etkilenmiş ve bilim merakını burada

gidermiştir. Günümüz toplumundaki genel liyakat problemi düşünüldüğünde, Mendel'in zaman zaman yaşadığı akademik sorunlara rağmen bilim merakını diri tutması ve bilimsel çabalarını sürdürmüş olmasının ortaya konması önemli görülmüştür.

Mendel'in Viyana Üniversitesinde döneminin en önde gelen isimlerinden aldığı hem kuramsal hem de uygulamalı dersler deneylerinin yöntemini belirlemede kuşkusuz önemlidir. İki yıllık ön deney süreci, karıştırıcı faktörlerin ortadan kaldırılması gibi çalışmalarını Mendel'in bilimsel sabrının göstergesi niteliğindedir ve bir bilim insanının bilimsel yöntem konusundaki hassasiyetini ortaya koymaktadır.

### Finansal Kaynak

*Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.*

### Çıkar Çatışması

*Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.*

### Yazar Katkıları

*Bu çalışma hazırlanırken tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.*

## KAYNAKLAR

- Magner LN. Genetics. A History of the Life Sciences. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Marcel Dekker, Inc; 2002. p.369-415.
- Maas W. The classical period, 1860-1940. Gene Action: A Historical Account. 1<sup>st</sup> ed. Oxford: Oxford University Press; 2001. p.1-20.
- Stubbe H. Prehistoric times: the origin of domestic animals and cultivated plants and ancient views on heredity. History of Genetics: From Prehistoric Time to the Rediscovery of Mendel's Laws. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge: MIT Press; 1972. p.1-11.
- Pierce BA. Introduction to genetics. Genetics Essentials: Concepts and Connections. 3<sup>rd</sup> ed. New York: WH Freeman; 2016. p.1-16.
- Stubbe H. Reproduction and heredity: the hypotheses of the Greeks. History of Genetics: From Prehistoric Time to the Rediscovery of Mendel's Laws. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge: MIT Press; 1972. p.12-50.
- Lew K. Early ideas about heredity. Heredity. 1<sup>st</sup> ed. New York: Infobase Publishing; 2009. p.16.
- Brumbaugh RS. Genetic theory in the pythagorean school. J Hered. 1952;43(2):86-8. [Crossref]
- Mukherjee S. [The missing science of heredity: The discovery and rediscovery of genes (1865-1935)]. Duran C, çeviri editörü. Gen & Hayli Kişisel Bir Hikaye. 1. Baskı. İstanbul: Domingo Yayınevi; 2018. p.21-2, 42-3.
- Moore JA. Pangenesis. Science as a Way of Knowing: The Foundations of Modern Biology. 1<sup>st</sup> ed. Cambridge: Harvard University Press; 1993. p.233-51.
- Sturtevant AH. Before Mendel. A History of Genetics. 1<sup>st</sup> ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press; 2001. p.1-17.
- Hippocrates. [Embryology and anatomy: the seed and the nature of the child]. Nürven N, çeviri editörü. Hippokrates Külliyyatı. 1. Baskı. İstanbul: Pinhan Yayıncılık; 2018. p.359-65.
- Aristotle. Book IV. Generation of Animals. 1<sup>st</sup> ed. London: William Heinemann Ltd; 1943. p.371-484.
- Harper PS. Before Mendel. A Short History of Medical Genetics. 1<sup>st</sup> ed. Oxford: Oxford University Press; 2008. p.13-52. [Crossref] [PubMed]
- Motulsky AG. History of human genetics. In: Speicher MR, Antonarakis SE, Motulsky AG, eds. Vogel and Motulsky's Human Genetics: Problems and Approaches. 4<sup>th</sup> ed. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2010. p.13-29. [Crossref]
- Stubbe H. The nineteenth century. History of Genetics: From Prehistoric Time to the Rediscovery of Mendel's Laws. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge: The MIT Press; 1972. p.106-90.
- Roberts HF. Camerarius. Plant Hybridization Before Mendel. 1<sup>st</sup> ed. Princeton: Princeton University Press; 1929. p.12-5. [Crossref]
- Kahya E, Öner M. [Biology in the eighteenth century]. Biyoloji Tarihi: İlk Uygarlıklardan On Dokuzuncu Yüzyıla. 1. Baskı. Ankara: İmge Kitabevi; 2007. p.317-26.
- Roberts HF. Kölreuter. Plant Hybridization Before Mendel. 1<sup>st</sup> ed. Princeton: Princeton University Press; 1929. p.34-61. [Crossref]
- Mayr E. Joseph Gottlieb Kolreuter's contributions to biology. Osiris. 1986;2:135-76. [Crossref]
- Olby RC. The early hybridists. Origins of Mendelism. 1<sup>st</sup> ed. London: Constable & Company Ltd; 1966. p.21.
- Mayr E. Early theories and breeding experiments. The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance. 11<sup>th</sup> ed. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press; 2000. p.633-51.
- Olby RC. Hybridization before Mendel. Hybridization before Mendel. 1<sup>st</sup> ed. London: Constable and Company Ltd; 1966. p.37-54. [Crossref]
- Roberts HF. Wichura and the hybridization of willows. Plant Hybridization Before Mendel. 1<sup>st</sup> ed. Princeton: Princeton University Press; 1929. p.178-83. [Crossref]
- Focke WO. History of plant hybrids. Monist. 1913;23(3):396-416. [Crossref]
- Liu Y. A new perspective on Darwin's pangenesis. Biol Rev Camb Philos Soc. 2008;83(2):141-9. [Crossref] [PubMed]
- Demirsoy A. [Principles of heredity]. Kalıtım ve Evrim. 9. Baskı. Ankara: Meteksan Yayınları; 1998. p.201-5.
- Darwin C. Inheritance. The Variation of Animals and Plants under Domestication. 1<sup>st</sup> ed. London: John Murray; 1868. p.445-73. [Crossref]
- Zou Y. Charles Darwin's theory of pangenesis. The Embryo Project Encyclopedia. Arizona State University School of Life Sciences Center for Biology and Society; 2017.

29. Schwarzbach E, Smýkal P, Dostál O, Jarkovská M, Valová S. Gregor J. Mendel-genetics founding father. *Czech J Genet Plant Breed.* 2014;50(2):43-51. [[Crossref](#)]
30. Olby RC. Gregor Mendel. Origins of Mendelism. 1<sup>st</sup> ed. London: Constable and Company Ltd; 1966. p.103-23.
31. Orel V. Gregor Mendel: The First Geneticist. 1<sup>st</sup> ed. Oxford: Oxford University Press; 1996. p.36-59, 60-91, 92-156, 210-51.
32. Edelson E. Gregor Mendel: Genetiğin Temelleri. Baytok F, çeviri editörü. 4. Baskı. Ankara: TÜBİTAK Yayınları; 1999. p.106.
33. Weiling F. Historical study: Johann Gregor Mendel 1822-1884. *Am J Med Genet.* 1991;40(1):1-25. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
34. Dröscher A. Gregor Mendel, Franz Unger, Carl Nägeli and the magic of numbers. *Hist Sci.* 2015;53(4):492-508. [[Crossref](#)]
35. Mayr E. The nature of inheritance. The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance. 11<sup>th</sup> ed. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press; 2000. p.711.
36. Henig RM. Breakdown in Vienna. The Monk in the Garden: The Lost and Found Genius of Gregor Mendel the Father of Genetics. 1<sup>st</sup> ed. Boston: Houghton Mifflin Harcourt; 2001. p.67-8. [[Crossref](#)]
37. Pierce BA. Basic principles of heredity. Genetics Essentials: Concepts and Connections. 3<sup>rd</sup> ed. New York: WH Freeman & Company; 2016. p.65-73.
38. Mendel GJ. 1866. Versuche über Pflanzenhybriden. Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn, Bd. IV für das Jahr. 1865. p.3-47. Experiments on Plant Hybrids. Translated: Abbott S, Fairbanks DJ. *Genetics* 204(2):407-22. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
39. Hartwell LH, Goldberg ML, Fischer JA, Hood L. Mendel's principles of heredity. *Genetics: From Genes to Genomes.* 6<sup>th</sup> ed. New York: McGraw-Hill Education; 2018. p.14-44.
40. Klug WS, Cummings MR, Spencer CA, Palladino MA. Mendelian genetics. Concepts of Genetics. 11<sup>th</sup> ed. Boston: Pearson; 2016. p.74-103.
41. Sturtevant AH. Mendel. A History of Genetics. 1<sup>st</sup> ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press; 2001. p.9-16.
42. Mendel G. Gregor Mendel's letters to Carl Nägeli, 1866-1873. *Genetics.* 1950;35(5 2):1-29.
43. Nogler GA. The lesser-known mendel: his experiments on hieracium. *Genetics.* 2006; 172(1):1-6.
44. Sturtevant AH. 1866 to 1900. A History of Genetics. 1<sup>st</sup> ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press; 2001. p.17-24.
45. Harper PS. Mendelism and human inherited disease. A Short History of Medical Genetics. 1<sup>st</sup> ed. New York: Oxford University Press; 2008. p.77. [[Crossref](#)]
46. Stern C. Mendel and human genetics. *Proc Am Philos Soc.* 1965;109(4):216-26.