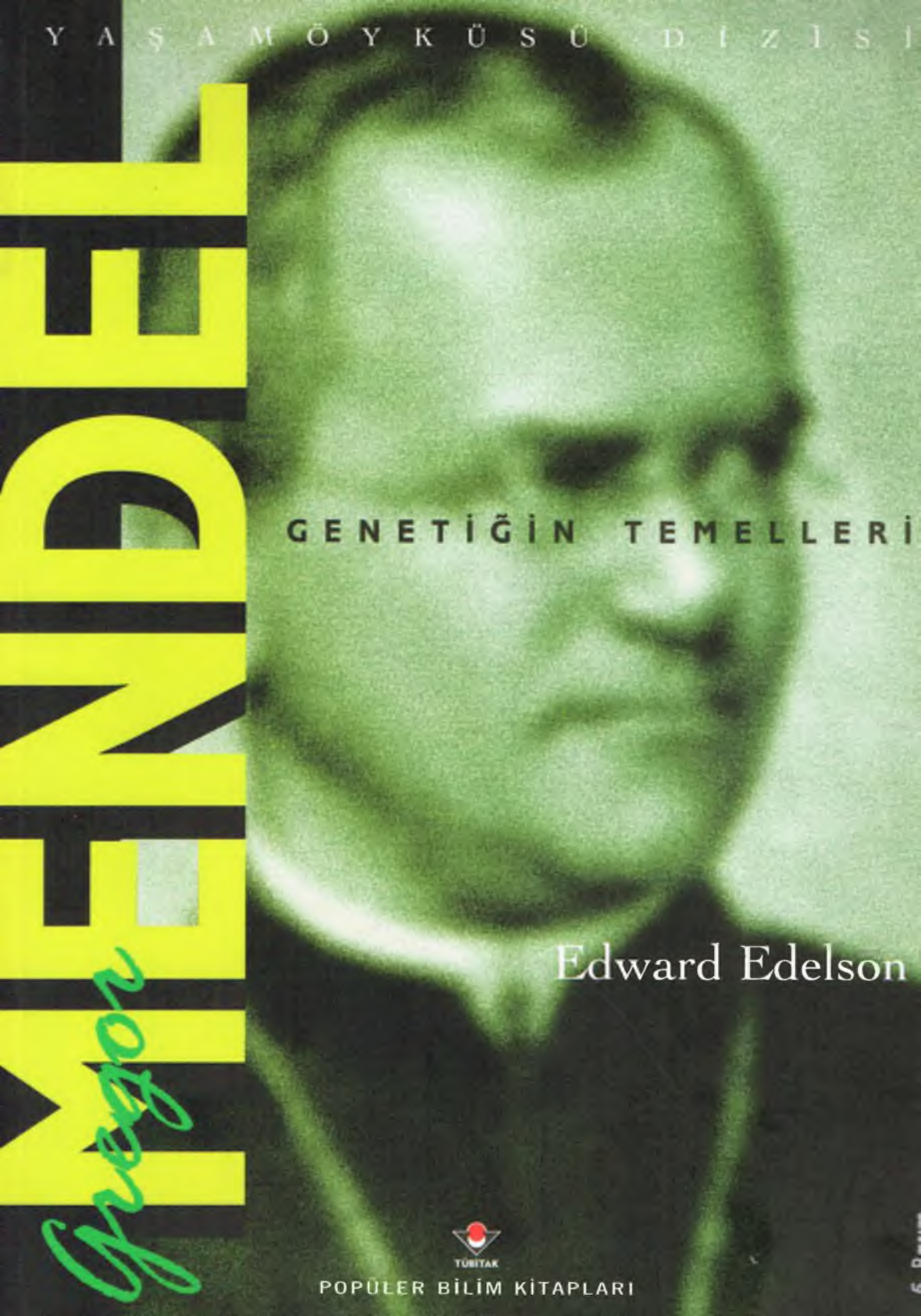
YAŞAM ÖYKÜSÜ DİZİSİ



Gregor MENDEL

GENETİĞİN TEMELLERİ

Edward Edelson

TÜBİTAK
POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

Gregor Mendel

genetiğin temelleri

Edward Edelson

TÜBİTAK
POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları 165
Yaşamöyküsü Dizisi 4

Gregor Mendel - Genetiğin Temelleri
Gregor Mendel - And the Roots of Genetics
Edward Edelson

Çeviri: Füsun Baytok
Türkçe metnin bilimsel danışmanı: Doç. Dr. Can Bilgin

© 1999, Edward Edelson
© Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, 2002

1999'da İngilizce olarak yayımlanmış olan *Gregor Mendel*'in Türkçe çevirisi Oxford University Press, Inc. ile yapılan anlaşma uyarınca yayımlanmıştır.

This translation of Gregor Mendel, *originally published in English in 1999, is published by arrangement with Oxford University Press, Inc.*

Bu yapıtın bütün hakları saklıdır. Yazılar ve görsel malzemeler, izin alınmadan tümüyle veya kısmen yayımlanamaz.
Türkçe yayın hakları Nurcihan Kesim Telif Hakları Ajansı aracılığı ile alınmıştır.

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları'nın seçimi ve değerlendirilmesi TÜBİTAK Yayın Komisyonu tarafından yapılmaktadır.

ISBN 975 - 403 - 255 - 6

İlk basımı Haziran 2002'de yapılan
Gregor Mendel
bugüne kadar 10.000 adet basılmıştır.

5. Basım Mart 2006 (5000 adet)

Yayıma Hazırlayan: Özlem Özbal
Grafik Tasarım: Ödül Evren Töngür

TÜBİTAK
Popüler Bilim Kitapları Müdürlüğü
Atatürk Bulvarı No: 221 Kavaklıdere 06100 Ankara
Tel: (312) 467 72 11 Faks: (312) 427 09 84
e-posta: kitap@tubitak.gov.tr
İnternet: kitap.tubitak.gov.tr

Yenigün Matbaası - Ankara

Gregor Mendel

genetiğin temelleri

Edward Edelson

Çeviri
Füsun Baytok

TÜBİTAK POPÜLER BİLİM KİTAPLARI


GREGOR MENDEL

İçindekiler

1. Bölüm 1
Mendel Keşfediliyor

2. Bölüm 11
Genç Mendel Manastır Yaşamını Seçiyor

3. Bölüm 35
Mendel Bitkilerle Deneylerine Başlıyor

4. Bölüm 55
Mendel Başrahip Oluyor

5. Bölüm 69
Mendel'in Son Yılları

6. Bölüm 76
Mendel Yeniden Keşfediliyor

7. Bölüm 87
Mendel'in Mirası

Zamandizin 97

Dizin 99



1860'lı yılların başında Brno'daki Augustinusçu manastırın mensupları. Sağ başta elinde küpeçiçeği tutan Gregor Mendel.



1.
BÖLÜM

Mendel Keşfediliyor

1884 yılı Ocak ayında Brno kentinin (o zamanlar adı Brünn'dü ve Avusturya-Macaristan İmparatorluğu'nun sınırları içindeydi, bugünse Çek Cumhuriyeti'nde) yerel gazetesi, Brno manastırının sevilen başrahibinin ölüm haberini duyuruyordu. Yazıda başrahip Gregor Mendel'in tutkulu bir araştırmacı olduğu, meteoroloji ve arıcılık üzerine uzun soluklu araştırmalar yaptığı ve aralarında "iri ve güzel bir küpeçiçeği"nin de bulunduğu değişik çiçek türleri yetiştirdiği belirtiliyordu. Ayrıca, "yetiştirdiği birçok melez bitkiyle ilgili gözlemleri"ne de kısaca değiniliyordu. Melez bitkiyi, birbirinden belirgin biçimde farklı iki bitki türünün ya da soyunun çaprazlanmasıyla elde edilen yeni bir bitki çeşidi olarak açıklayabiliriz.

Çeyrek yüzyıl sonra, 1910 yılında, binlerce kişi manastırın önündeki meydanda Gregor Mendel'i anmak için toplanmıştı. Kalabalığın arasında Avrupa'nın her ülkesinden, tanınmış bilim adamları da vardı. Mendel'in anısını yaşatacak bir heykelin açılışı yapılarak meydana onun adı verildi.

Mendel kendisi hayattayken pek ilgi çekmeyen melez bitkilerle yaptığı çalışmalardan dolayı saygıyla anılıyordu. Konuşmacılardan Alman bilim adamı Erich Tschermak, Mendel'in değişik özelliklere sahip bitkileri çaprazlayarak yaptığı deneylerin kalıtımı "mantıksal hatta matematiksel bir problem" haline getirdiğini ve Mendel'in "kalıtım konusunda çok isabetli bir araştırma yöntemi" yarattığını söyledi. Bazıları da Mendel'i yeni bir bilim dalının, genetik biliminin, babası olarak övgüyle andılar. Bu bilim dalının temel yasaları Mendel'in bitki çaprazlama çalışmalarıyla oluşmuştu ve Mendel genetiği olarak anılmaya başlamıştı bile.

Mendel'in 1884'teki ölümüyle 1910 yılındaki anma töreni arasında geçen zamanda olup biten aslında, onun 1860'lardan beri bitkilerde kalıtımla ilgili yaptığı bilimsel çalışmalarının ortaya koyduğu sonuçların keşfedilmesiydi. 20. yüzyıla girerken kalıtım hakkındaki yeni bulgularını açıklamaya hazırlanan birkaç bilim adamı bilimsel literatürü taradıklarında aynı buluşların 30 yılı aşkın bir zaman önce Mendel tarafından yapıldığını görmüşlerdi. Mendel buluşlarını gizlememişti. Vardığı sonuçları bilimsel bir dergide yayımlamış ve yazdığı makaleyi 40 kadar bilim adamı ve kuruma göndermişti. Ancak bunlardan ilgi görmemişti. Bilim dünyası, Mendel'in kuşaktan kuşağa geçen özelliklerin matematiksel analizine dayalı kalıtım yaklaşımını kabule henüz hazır değildi. Kalıtım alanında çalışan başka bilim adamları vardıkları sonuçları açıklamak için matematiğe başvurmamışlar ve dolayısıyla da onun elde ettiği bulguların önemini anlayamamışlardı. Mendel'in bulguları, yıllar sonra benzer deneyler yapan başka bilim adamlarının da çalışmalarının matematiksel analizini yapmaya başlamalarıyla fark edildi. Böylece Mendel'in bulgularına

MENDEL'DEN ÖNCE KALITIM

Kalıtımın gizemi Mendel'in çalışmalarından yüzyıllar önce de bilginleri meşgul etmiş ve neden bir kimse annesine benzerken, diğerinin babasına, bir başkasının da büyükannesine benzediğini açıklamak için bir dizi kuram ortaya atılmıştı.



Aristoteles, 19. yüzyıl gravürü

İlk kuramlardan biri MÖ 5. yüzyılda, tıp biliminin kurucusu olarak kabul edilen Yunanlı Hippokrates tarafından öne sürülmüştü. Pangenez (tümoluş) olarak adlandırılan bu kurama göre, vücudun her bölümünden küçük parçacıklar anne ve babanın üreme maddelerine karışıyor, bunlardan da yeni birey oluşuyordu. Böylece o birey hem annenin hem de babanın özelliklerini sergiliyordu.

Bir yüzyıl sonra Aristoteles değişik bir kuram ortaya atmış ve babanın ersuyunun yeni organizmanın bütün parçalarını içerdiğini, bunun annenin âdet sıvısı üzerinde etki yaparak yeni bireyi şekillendirdiğini öne sürmüştü. Annenin de kalıtımda temel bir rol oynadığını ilk söyleyen Aristoteles'ti.

MS 3. yüzyılda Aziz Augustine, Tanrı'nın maddeyi, kendini çoğaltması için belli güçlerle donattığını öne sürmüştü. Bu düşünce bitkilerin ve hayvanların oluşumunda doğal etkenlerin varlığı olasılığını dikkate almıyordu.

Bundan sonra 17. yüzyıla kadar yeni bir kuram ortaya çıkmadı. Bu tarihte Hollanda'da, yeni geliştirilmiş bulunan mikroskopla çalışmalar yapan Antoni van Leeuwenhoek, bir kadının rahminde oluşumunu tamamlamış minik bir embriyon gördüğünü, bunun spermayla temas etmesi halinde yeni bir bireye dönüştüğünü öne sürmüştü. Bu gözlem önceden oluşum kuramının (preformasyon) temeli oldu.

Bunu izleyen yüzyılda ise Fransız bilim adamı René-Antoine de Réaumur, hem annenin hem babanın üreme maddelerinde organik moleküller bulunduğu, bunlar bir araya geldiğinde de özel bir gücün etkimesiyle yeni bireyin oluştuğu görüşünü ortaya attı. Epigenez (sıralıoluş) olarak adlandırılan bu kuram sonraki yıllarda bazı bilim adamları tarafından çeşitli şekillerde geliştirildi. Birçok bilim adamı evrenin başlangıcında yaratılan organizmaların daha sonraki kuşak-

larda kendilerini sonsuz biçimde yenilediklerini düşünüyordu. Ancak 18. yüzyılda fosil buluntularının incelenmesi, artık var olmayan bitki ve hayvanların yaşamış olduğunu ortaya çıkarınca bu kuram terk edildi.

18. yüzyılda melez bitkiler yetiştirilmesi üzerinde çalışmalar yapan bilim adamlarının, örneğin J. G. Kölreuter'in araştırmaları yeni bireylerin nasıl yaratıldığı sorusunu yeniden gündeme getirdi. Kölreuter, hem annenin hem de babanın üreme maddelerinin bu konuda etkili olduğunu belirterek Aristoteles'in kuramına geri döndü. Hâlâ desteklenen önceden oluşumculuğa karşı çıkarak epigenez kuramının savunucusu oldu.

Iki kuramın savunucuları arasındaki tartışma onlarca yıl sürdü ve tartışma evrimle ilgili konuları da kapsadı. 18. yüzyılda yaşayan büyük Fransız biyolog George Buffon çevrenin kalıtım üzerindeki etkisini vurguladı. Bu fikir Jean-Baptiste de Lamarck tarafından ele alınarak geliştirildi. Charles Darwin'in evrim kuramı da yavruların birçok farklı özelliğe sahip olabileceğini, bunlardan hangisinin gelecek kuşağa geçirilerek yeni türün temelini oluşturacağını ise doğal seçilimin belirleyeceğini ortaya koydu.

Ancak ne Darwin ne de kalıtımla ilgilenen öteki bilim adamları, özelliklerin bir kuşaktan diğerine nasıl geçtiğini açıklayabiliyordu. Bu yüzden, Mendel bitki çaprazlama çalışmalarına başladığında biyolojinin belki de en eski sorusuna cevap arıyordu.

farklı bir gözle bakabilmiş ve ona hak ettiği değeri vermişlerdi.

Bununla birlikte, Mendel'in başarılarının çabuk fark edilmemesinin başka bir nedeni de bilimsel dergilerde başka makale yayımlamamış ve bulgularını daha çok bilim adamına duyurmamış olmasıydı. Mendel'in neden bu çabayı göstermediğini bilmiyoruz. Sebep belki de manastırın başrahibi olarak yüklendiği sorumluluklarla ya da ömrünün daha sonraki yıllarında ortaya çıkan ve sonunda ölümüne yol açan hastalıkla ilgiliydi. Ama tabii ki bunlar sadece birer tahmin.

Belki de Mendel üzerine düşeni yaptığına inanıyordu. Rahip arkadaşlarından Franz Barina, Mendel'in ölüm döşeğindeki son sözlerinden bazılarını şöyle aktarıyor: "Yaşamım süresince birçok sıkıntı verici durumla karşılaşmış olmama rağmen, şükranla itiraf etmeliyim ki hep iyi ve güzel galip geldi. Bilimsel çalışmalarım bana büyük doyum sağladı. Bunların kısa zamanda tüm dünyada kabul göreceğinden eminim."

Mendel'in tanımladığı temel ilkeler bugün de genetik biliminin temel taşlarıdır. Genetik, sadece klonlama, gen mühendisliği ve benzeri çalışmalarda değil, tıp biliminin uygulanmasında da çok büyük etki yapan bir bilim dalıdır. 20. yüzyılın bilimi olan genetiğin yolunu fark edilmeden açan da işte Avrupa'nın sessiz bir köşesinde araştırmalar yapan bu alçakgönüllü adamdı.

Kimdir Gregor Mendel? Onun yeniden keşfedilmesinden sonra tüm dünya bu soruyu sormaya başladı. Bu soruya dört dörtlük bir cevap vermek



Mendel'in yazılarını 1865 yılında Brno Doğa Tarihi Cemiyeti'ne bağışlamasının 100. yıldönümü anısına basılan hatıra madalyonu. Ortada Mendel'in bezelye melezleme deneyleri sonucunda ortaya çıkan baskın ve çekinik alellerin oranı yer alıyor.

mümkün değildi. Yazılarının birçoğu kendisinden sonra gelen başrahip tarafından değersiz olduğu düşünülerek yakılmıştı. Ayrıca Mendel gösterişçi bir insan değildi. Ömrünün çoğunu geçirdiği manastırdaki sakin yaşam onun hoşuna gidiyordu. Bir bilim tarihçisi şöyle diyor: "Mendel ağırbaşlı bir insandı. Düşünceleri genellikle somut verilerle ilgiliydi ve hayatında duygusallığa pek yer yoktu."

Bununla birlikte Mendel, yaptıklarından dolayı Brno-da, hayattayken dikkat çekmiş biriydi. Ayrıca, onu tanıyan birçok kişi 20. yüzyılda henüz hayattaydı ve anılarını aktarabilmişti. Başka bilim adamlarıyla yazışmalarının büyük bölümü korunmuştu. O zamanlar olduğu gibi bugün de Gregor Mendel'le ilgili daha önce bilinmeyen bir yazı ya da mektup ortaya çıkabiliyor.

Mendel'in ölümünden sonra uzun yıllar devam eden bir olgu da onun bulguları üzerinde yapılan bilimsel ve siyasal tartışmalar oldu. Bazı bilim adamları onun ilkelerini kabule yanaşmazken bazı siyasi hareketler de kendilerine özgü gerekçelerle ona karşı çıkıyordu. Örneğin Sovyetler Birliği'nde komünistler geleneksel Mendel genetiğinin sınırlamalarından bağımsız olarak yeni bir tür erkek ve kadın yaratabileceklerine inanıyorlardı. Trofim Lisenko adında bir sahtebilimci, 1940'lı ve 1950'li yıllarda, komünizmin Mendel'in fikirlerini çürüttüğünü ve komünizmin kazandırdığı özelliklerin bir sonraki kuşağı değiştirmekte olduğunu çünkü bu özelliklerin Mendel'in kalıtım yasalarına rağmen yeni doğanlara geçtiğini iddia ediyordu. Lisenko acımasız Sovyet diktatörü Stalin'in de desteğini aldı ve Sovyetler Birliği'yle o zamanlar denetimi altındaki Doğu Avrupa ülkelerinde Mendel'in yasaları resmen yasaklandı. Komünist yönetim, manastırdaki Mendel Müzesi'ni de ka-

pattı. Bilim adamları, Mendel zamanından kalan belgeleri ve aletleri ancak son anda kurtarabildiler.

1930'lu ve 1940'lı yıllarda Almanya'daki zalim Nazi yönetimi de Mendel'in bulgularına düşmanca yaklaştı. İkinci Dünya Savaşı'nda Çekoslovakya'nın Alman işgali altında olduğu sırada yayımlanan bir makalede asılsız bir biçimde Mendel'in Darwin'in evrim kuramını tümüyle reddettiği iddia ediliyordu. Bu tavır Almanya'nın 1945'teki yenilgisinden sonra bütünüyle değişti.

Lisenko'nun düşünceleri Stalin'in 1959 yılında ölümünden sonra gözden düştü ve daha Sovyetler Birliği 1990'lı yıllarda dağılmadan önce unutuldu gitti. Mendel Müzesi yeniden açılırken, araştırması ve onunla ilgili malzeme de yeniden toparlandı. 1965 yılında Brno kentinde Mendel'in tarihi makalesinin yayımlanmasının 100. yıldönümünü kutlamak için yapılan toplantıya Rusya'dan bir temsilci de katıldı. Sovyetler Birliği Genetikçiler ve Seçilimciler Cemiyeti başkanı B. L. Astaurov yaptığı konuşmada şunları söyledi: "Mendel'in keşfettiği olguların özünü kavrayabilmek biyolojinin düşünce yapısında öylesine köklü bir değişiklik gerektiriyordu ki, bu ancak Newton mekaniğinden günümüzün kuantum fiziğine geçişle kıyaslanabilir."

Mendel'in çalışmaları kalıcı olmuş ve onu temel alan araştırmalar pek çok ülkede çoğalmıştır. Bir insan ve bilim adamı olarak Gregor Mendel'in öyküsü de genç bilim adamlarına esin kaynağı olmaya devam ediyor.

Ölümüyle, yeniden keşfedilmesi arasında geçen zaman nedeniyle Gregor Mendel'in öyküsü tam olarak belki de hiç bilinmeyecek ama Mendel'den bize kalan belgeler ve onu tanıyanların anlattıkları, bir insan ve bilim adamı olarak gelecek kuşaklara da aktarılacak resmini çizmemize yetiyor.

MENDEL VE KOMÜNİZM

1948 yılı Şubat ayında, o sırada Moskova'nın kontrolü altında bulunan Çekoslovakya'da Komünist Parti iktidara geldi. O yıl Ağustos ayında Moskova'da, Trofim Lisenko yönetiminde biyoloji bilimlerinin durumuyla ilgili bir konferans düzenlendi. Açılış oturumunda Lisenko, Mendelizm gibi aşağılayıcı betimlemelerle tanımladığı genetiği sahte burjuva bilimi ilan etti. Lisenko'ya göre bu bilimin yerini, Mendel'in ilkelerinden bağımsız olarak, bir kuşağın özelliklerinin sonraki kuşağa geçtiği ilkesine dayalı yeni bir biyoloji alacaktı. Lisenko'nun düşüncesi, Sovyet devletinin birkaç yıl içinde yeni ve daha iyi bir insan yaratacağı yolundaydı. Mendel yasaları ise bunun imkânsız olduğunu söylüyordu.



1962 yılında manastırın bahçesine taşınan Mendel anıtı.

1950 yılı Eylül ayında, Mendel'in ilkelerinin yeniden keşfinin ellinci yıldönümü Ohio Devlet Üniversitesi'nde kutlandı. Dünyanın her yerinden genetikçiler ve çeşitli bilim adamları kutlamaya katılırken Sovyetler Birliği ve kontrolü altındaki ülkelerden kimse yoktu. Birkaç ay önce Çekoslovakya gizli polisi Brno'daki Augustinusçu manastırı kapatmış ve rahipleri tutuklamıştı. Manastır binaları fabrikaya dönüştürülmüş, Mendel'in deneylerinde kullandığı sera yıkılmıştı. 1959 yılında komünist yönetimin bir yetkilisinin emriyle Mendel'in heykeli onun adını taşıyan meydandan kaldırılarak bir zamanlar manastır olan fabrikanın bahçesine taşındı. Mendel'in savunucuları Mendel Müzesi'ndeki belgeleri alarak yakındaki Moravya Müzesi'nde sandıkların içinde sakladılar. Nedendir bilinmez komünistler Mendel Meydanı'nın adını değiştirmediler.

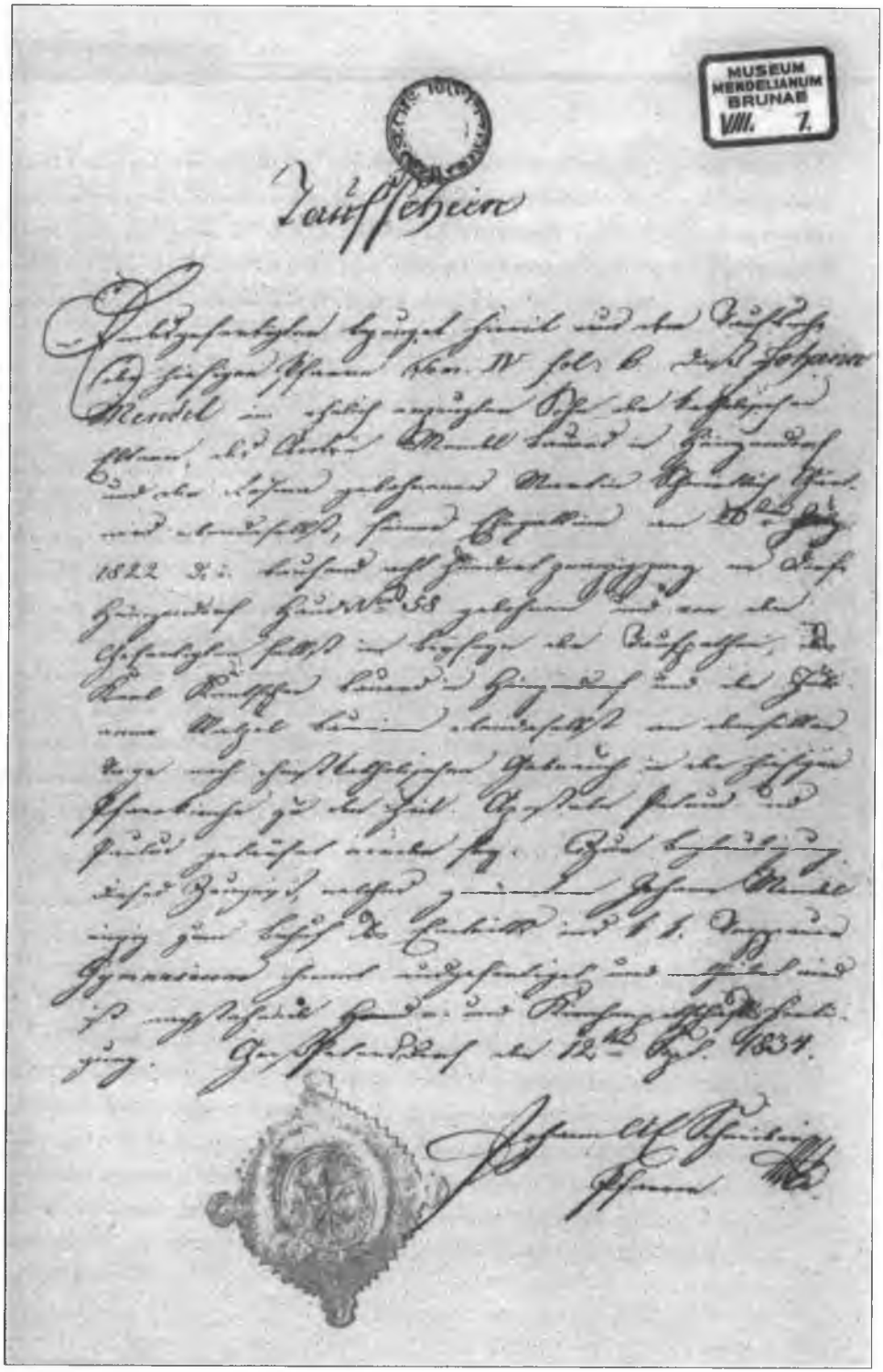
Sovyet diktatör Stalin'in ölümünden sonra her şey değişmeye başladı. Lisenko'ya yönelik en sert eleştiri Sibirya'daki bir çalışma kampındayken serbest bırakılan genetikçi Nikolay Timoleyev-Ressovsky ile yine bir genetikçi olan Josef Krizenecky'den geldi. Krizenecky, Lisenko'nun Mendel'i reddetmesini yerçekimini reddetmeye benzetti. Bu açıklaması üzerine tutuklanarak 18 ay cezaevinde kaldı. Ama yine de Mendel adına mücadeleye devam etti.

Krizenecky 1962 yılında, Brno'da bir Mendel müzesi kurmak ve Mendel'in bulgularının yayımlanmasının 100. yıldönümünü kutlamak üzere hazırlık yapmakla görevlendirildi. Ancak pek fazla ilerleme sağlayamadan öldü.

Buna karşılık 1965 yılı Ağustos ayında Brno'da, Çekoslovak Bilimler Akademisi, Uluslararası Biyoloji Bilimleri Birliği ve birkaç başka uluslararası örgütün himayesinde Gregor Mendel'i Anma Sempozyumu yapıldı. Toplantıda, genetik alanındaki çalışmalarından dolayı Nobel Ödülü kazanmış bulunan H. J. Muller bir konuşma yaparak, Gregor Mendel'in parlak araştırmalarının, cansız maddeden hayatın nasıl ortaya çıktığına ilişkin temel ipucunu içerdiğini söyledi.

Yine 1965'te, Mendel Müzesi, Mendel'in çalışmalarını yaptığı binada yeniden açıldı. Müze o zamandan beri birçok ülkeden bilim adamlarını konuk ediyor. 1990 yılında da Aziz Augustinus mezhebine bağlı rahiplerin, Mendel'in yaşamının büyük bölümünü geçirdiği manastıra dönmelerine izin verildi. Manastırda şimdi de, Mendel'in modern genetik bilimine bıraktığı mirasın araştırılması için bir enstitü kurulmasına çalışılıyor.

MUSEUM
MENDELIANUM
BRUNAE
VIII. 7.



Gregor Mendel'in doğum belgesi. O zamanın uygulamasına göre elle yazılmış. Mendel 22 Temmuz 1822'de doğmuştu.

2.
BÖLÜM

Genç Mendel Manastır Yaşamını Seçiyor

22 Temmuz 1822 tarihinde Habsburg hanedanlığına bağlı olan Silezya eyaletindeki Hyncice (Heinzendorf) köyünde yaşayan çiftçi Anton Mendel'le karısı Rosine'in bir erkek çocukları oldu. Çocuğa Johann adını verdiler. (Johann daha sonra adını Gregor olarak değiştirdi.) Johann Mendel tek erkek çocuk olarak büyüdü. Kendisinden iki yıl önce doğan Veronica adında bir ablasıyla, yedi yıl sonra doğan Theresa adında bir kız kardeşi vardı. Öteki kardeşlerinin hepsi doğum sırasında ölmüşlerdi.

Anton Mendel Napoléon Savaşları sırasında Avusturya ordusunda askerdi. Oğlu dünyaya geldiği sıralarda küçük bir toprak parçasını ekip biçiyor, bahçesinde meyve ağaçları yetiştiriyor ve arıcılık yapıyordu. Mendel ailesi çok yoksul sayılmazdı. Anton ahşap evinin yerine tuğlayla yenisini yapmıştı ve iki de atı vardı. (Ev ile çiftlik binaları genel çizgileriyle hâlâ korunmaktadır ve iki odada Gregor Mendel'in anısına bazı eşyalar sergilenmektedir.)



Gregor Mendel'in iki kız kardeşi ve eniştesi. Sağdaki Veronica, soldaki Theresa, ortadaki Theresa'nın kocası Leopold Schindler.

Ama Mendellerin hiçbir zaman paraları bol olmadı. 19. yüzyılın başlarında hâlâ geçerliğini koruyan feodal geleneklere göre Anton toprak sahibi için haftanın üç günü kendisi çalışmak, bu sürenin yarısı kadar da atlarını çalıştırmak zorundaydı. Çiftlikte, çalışabildiği ilk günden başlayarak genç Johann Mendel için yapılacak çok iş vardı.

Genç Johann belki de doğum yerinden dolayı şanslı olduğu için babası gibi çiftçiliğe yazgılı olmadı. Ülkenin birçok kentinde okul yokken Hyncice'de bir köy okulu vardı. Köy, toprakları üzerinde yaşayan çocukların eği-

tim görmesine önem veren Kontes Walpurga Truchsess-Zeil'in mülkü içinde yer alıyordu. Genç Johann yaşı gelir gelmez okula başladı. Okulun temel aldığı ilkelerden biri, "para ve mülk elimden alınabilir ama bilimsel bilgiye sahip olma sanatı asla" idi. Johann Mendel'le öteki öğrencilerin görevleri arasında meyve ağaçlarından binlerce tohum toplayarak nesli iyileştirecek fideler yetiştirmek de vardı.

Kısa süre içinde öğretmenler, genç Mendel'in olağanüstü zeki bir çocuk olduğunu fark ettiler ve 1833'te onun Hyncice'den 25 kilometre uzaklıktaki Lipnik'te (Leipnik) daha iyi bir okula gönderilmesini sağladılar. Johann yeni okulda da başarılı olunca bir sonraki yıl, evinden 36 kilometre uzakta olan Opava'daki (Troppau) daha ileri düzeydeki *Gymnasium*'a (kabaca lise dengi bir okul) gönderildi.

Johann'ı *Gymnasium*'a göndermek ailesi için kolay bir karar olmadı. Evlerini yapmak için aldıkları borcu ödemeyi sürdürüyorlardı ve okulun ücretini karşılayabilmek için de çok sıkı tasarruf etmek zorundaydılar. Ayrıca, baba yaşlandığında çiftliğin idaresini oğulun devralmayacağını da kabul etmiş olacaklardı. Ama genç Mendel her şeye rağmen *Gymnasium*'a gitti ve anne babası ona mümkün oldukça ekmek ve yiyecek gönderdi. Johann eve sadece tatillerde kısa süreliğine geliyordu. Masraflarını karşılayabilmek için o da çaba gösterdi. Çok iyi bir öğrenci olduğu için okul arkadaşlarına ücret karşılığı ders verebiliyordu.

Sonraki birkaç yıl içinde, kötü hava yüzünden Mendel ailesinin hasatları iyi gitmedi ve parasız kaldılar. Genç Mendel çok makul bir karar aldı: Öğretmen olacak ve böylece bir yandan özel ders verip para kazanırken öğrenimine devam edebilecekti.

15 yıl sonra, bir iş başvurusu için üçüncü tekil kişi adılını kullanarak yazdığı yaşamöyküsünde şöyle diyordu: "Art arda gelen felaketler yüzünden ailesi eğitimini sürdürmesi için gereken harcamaları karşılayamayacak duruma geldi ve böylece altta imzası bulunan kişi henüz 16 yaşındayken kendi geçimini sağlamak durumunda kaldı. Bu nedenle, öğretmen adayları ve özel öğretmenler için Opava'da açılan yerel öğretmenler seminerine katıldı. Girdiği sınav sonucu verilen değerlendirmede de kendisinden övgüyle söz edilmesi üzerine, öğrenimi sırasında özel ders vererek kıt kanaat da olsa geçinebildi."

Opava'daki okulda, 1814 yılında kurulmuş ve zaman içinde sürekli geliştirilmiş bir doğa tarihi müzesi vardı. Müzenin kapsadığı konulardan biri olan meteoroloji Mendel'in ömür boyu ilgisini çekti. Mendel'in *Gymnasium*'daki öğrenimi altı yıl sürdü. Üniversiteye devam



Gregor Mendel'in 1834 ile 1840 yılları arasında okuduğu Opava'daki okul.

etmek isteyen mezunlar, iki yıllık ek bir felsefe eğitimi almak zorundaydılar. Bu eğitim felsefe tarihi ve matematiği kapsıyor ve bir üniversiteye bağlı bir enstitü ya da bağımsız Felsefe Enstitüsü tarafından veriliyordu. Mendel'in gidebileceği en yakın enstitü Olomouc (Olmütz) kentindeydi.

Genç Mendel'in *Gymnasium*'dayken yazdığı bazı dizeler bugün elimizde. Mendel bu satırlarda, yazıya dökülmüş sözün gücünden övgüyle söz ediyor ve bilimsel bilginin dünyayı boş inançtan kurtaracağı inancını dile getiriyor. Ayrıca, bilimsel bilginin gelişmesine katkıda bulunmak istediğini belirtiyor.

Mendel *Gymnasium*'dan 1840 yılında, 18 yaşındayken mezun oldu. Öğrenimini sürdürmek istiyordu ama parasal açıdan kötü durumdaydı. Özel ders verecek öğrenci bulamadığından okul için gereken parayı kazanamadı. Yaşamı boyunca birkaç kez geçireceği hastalıklarından ilki bu döneme rastladı. Hastalığın ayrıntıları bilinmiyor, ancak bugün ruhsal çöküntü olarak adlandırdığımız soruna benziyor ve ertesi yılı evde ailesiyle geçirmesine yol açacak ölçüde şiddetli olduğu biliniyor.

Mendel kendi sözleriyle şöyle anlatıyor: "1840 yılında *Gymnasium*'dan mezun olduğunda en önemli derdi eğitimini sürdürmek için gerekli imkânları sağlamaktı. Bu yüzden Olomouc'ta özel öğretmenlik için çeşitli başvurularda bulundu. Ama bir arkadaş çevresi ve kendisini tavsiye edecek kişiler bulunmadığından çabaları boşa gitti. Umutlarının kırılmasından duyduğu üzüntü ve geleceğin endişe verici, karamsar görüntüsü onu o zamanlar o kadar etkiledi ki hastalandı ve iyileşebilmek için bir yıl ailesinin yanında yaşamak zorunda kaldı."

Çiftlikte çalışırken ciddi bir kaza geçiren babası ondan çiftliğin idaresini devralmasını istediyse de genç

Mendel hâlâ öğrenimini sürdürmek istiyordu. 1841 yılında Olomouc'taki Felsefe Enstitüsü'ne yazıldı. Üniversiteye gidebilmek için iki yıl burada eğitim görmesi gerekiyordu. Geçimini sağlamakta hâlâ zorlanıyordu ve ilk dönemin sınavları sırasında yeniden hastalandı. Ama matematik ve Latin felsefesinden yüksek notlar almayı başardı. Bir süre evine dönüp dinlendikten sonra Olomouc'taki enstitüye dönerek sonraki iki yılda öğrenimini tamamladı.

Bu arada Mendel'in ablası Veronica evlendi ve kocasıyla ikisi çiftliği devraldılar. Satış sözleşmesine göre genç Mendel'e öncelikle 100 altın florin verilecek, ayrıca sonunda rahip sıfatını kazanması ya da herhangi bir şekilde yaşamını bağımsız olarak kazanmaya başlaması koşuluyla okuduğu sürece de her yıl 100 florin verilecekti. (Geçimini hiçbir şekilde sağlayamaması halinde Mendel'e karşılıksız olarak barınma ve beslenme sağlanması da öngörülüyordu.) Rahip olma koşulu birkaç yıl sonra önem kazanacaktı. Kız kardeşi Theresa, evliliği için ayrılan çeyiz parasının bir kısmını Johann'a vererek ona yardım etti. Mendel duyduğu büyük şükranı çok sonraları Theresa'nın üç oğluna yüksek öğrenimleri sırasında destek sağlayarak gösterdi.

Başka bir önemli nokta da Mendel'in üniversitede felsefe, ahlak ve matematiğin yanı sıra fizik dersleri de almış olmasıydı. Dersi, bir Katolik rahipler tarikatına bağlı olan Profesör Friedrich Franz veriyordu. Franz ile Mendel'in karşılaşması iki yönden önem taşıyordu. Uzun vadede önemli olacak nokta fizik öğreniminin Mendel'i genelde dünyaya matematiksel bir yaklaşımla bakmaya ve özelde de etkisi çok yıllar sonra ortaya çıkacak şekilde bitkiler üzerinde çalışmaya yöneltmesiydi. Kısa vadedeki önemiyse Franz'la karşılaşmasının Men-

del'in belki de hayatının en önemli kararını almasında etkili olmasıydı.

Mendel'in daha sonraları üçüncü tekil kişi adılıyla yazdığı yaşamöyküsünde anlattığı gibi geçinme sorunu giderek büyüyordu. Kendisi hakkında şunları söylüyordu: "Bu baskıya daha fazla dayanması artık imkânsız hale gelmişti. Bu yüzden, felsefe eğitimini tamamladığında, kendisini bu ağır varoluş mücadelesinden kurtaracak bir sığınak bulmak zorunda hissetti. Başvurusu üzerine 1843 yılında Brno'daki Augustinusçu Aziz Thomas manastırına kabul edildi."

Manastıra başka birçok aday da başvurmuştu. Brno-daki başrahip F. C. Napp, Franz'dan aday olabilecek uygun kişiler tanıyorsa kendisine bildirmesini istemişti. Franz da tek bir kişiyi, Mendel'i önererek, onun için "iki yıllık felsefe öğrenimi süresince hemen her zaman en olağandışı tezleri hazırladı" diyerek onu "çok sağlam kişilikli bir genç, benim dalımdakilerin de hemen hemen en iyisi" diye nitelendirmişti. Franz, Mendel'in Çekçesinin biraz zayıf olduğunu ama bu dili öğrenmek için çaba göstermeye hazır olduğunu da eklemişti. Çekçeyi iyi bilmek önemliydi çünkü manastırda kullanılan asıl dil buydu. Mendel'se yörede kullanılan ikinci dil olan Almancanın konuşulduğu bir ailede büyümüştü. Franz'ın tavsiyesi üzerine Mendel, adaylarla genelde yapılan mülakata gerek görülmeden manastıra kabul edildi.

Mendel 7 Eylül 1843 tarihinde, 21 yaşındayken, rahip adayı olarak manastıra girdi ve geleneğe uygun olarak kendine yeni bir ad seçti: Gregor. Bugün de onu bu adla biliyoruz.

Günümüzde çoğu kişi, rahip olarak manastıra giren birinin dünya işlerinden elini eteğini çektiğine inanır.

1824 ile 1868 yılları arasında Brno'daki Augustinusçu manastırın başrahibi olan F. C. Napp Mendel'in ilk yol göstericisiydi. Napp Mendel'i doğa bilimleriyle ılgilenmeye teşvik etti.



Oysa Mendel'in yaşantısı oldukça farklıydı. Öncelikle artık, temel ihtiyaçlarını karşılamak için mücadele etmesine gerek yoktu. Rahiplik görevlerini yerine getirdikten sonra kendi çalışmaları için boş zamanı kalıyordu. Ayrıca rahiplik görevleri de sınırlanmıştı. Manevi destek vermek için, yakındaki bir hastanede yatan hastaları ziyarete gittiğinde çok sarsılıp rahatsızlandığından

manastırın başrahibi F. C. Napp, onu bu ve benzeri görevlerden affetmişti. Mendel manastırdaki ilk yılında, üstlerinin istekleri doğrultusunda klasik dersleri okudu. Daha sonra zamanının çoğunu doğa bilimlerine ayırma imkânını buldu. Bu alana, tanıdıkça daha da derinleşen özel bir ilgi duyduğunu söylüyordu.

Ayrıca Brno manastırı, birçok benzeri gibi, doğa bilimleri üzerine çalışmayı görece kolaylaştıran bir entelektüel faaliyetler merkezi durumundaydı. Yöredeki ailelerin cömertçe para ve mülk bağışında bulundukları manastırın büyük bir kütüphanesi vardı. Manastır büyük mülk sahiplerinden olduğu için eyalet meclisinde de sandalye sahibiydi ve bu da gücünü artırıyordu. 14. yüzyılda kurulduğunda Brno kentinin merkezinde yer alan manastır o zamanlar iyi bilinen Kara Meryem tablosuna sahip olduğu için de ünlüydü. Söylenceye göre resim havarilerden Luka tarafından yapılmıştı ve doğaüstü güçlere sahipti. 17. yüzyılda manastır 42 rahibi barındırabilecek şekilde genişletildi ve büyük bir kütüphane kuruldu. Ancak 18. yüzyılda, imparator II. Joseph'in (1780-90) kiliseye karşı düşmanca tutumu yüzünden bir sarsıntı yaşadı. Bu dönemde birçok manastır kapatıldı. Brno'daki kapatılmadıysa da, rahipler kent merkezindeki binalarını terk ederek şehrin biraz dışındaki başka bir mekâna taşınmak zorunda kaldılar. Bina harap durumdaydı ve rahipler onarım masrafını karşılayabilmek için borca girdiler. Buna rağmen, kentin ve ülkenin entelektüel yaşamında etkin olmayı sürdürdüler. Zaman geçtikçe manastırın gücü ve etkisi arttı. Yöneticisine, o zamanlar pek sık yapılmayan bir uygulamayla başrahip unvanı verildi. Yörenin ileri gelen aileleri manastıra önemli miktarda toprak bağışladılar ve böylece mal varlığı giderek büyüdü.



Eski Brno'daki Kraliçe Manastırı 1873 yılında Augustinusçu tarikatın mekânı oldu. Bu resim yapıldığı sırada Mendel de manastırda yaşıyordu.

Manastırda rahipler çoğu iki odalı olan iyi döşenmiş dairelerde kalıyorlardı. Gün erken başlıyor, rahipler sabah ayini ve duaya katılmak için saat 6'da kalkıyorlardı. Çoğu yöredeki kiliselerde çalışmaya ya da öğretmenlik yapmaya gidiyordu. Gitmeyenler kütüphanede çalışabiliyor, eğer ihtiyaçları olan bir kitap mevcut değilse kitapçıya ya da yayımcıya sipariş edebiliyorlardı. Mendel adaylık döneminden sonra da zorunlu olan ilahiyat ve felsefe üzerinde çalışıyordu ve seçmeli ders olarak doğa

bilimlerini almıştı. İlahiyat öğrenimine bir yıl süren adaylık döneminden sonra başladı. O yıl boyunca, zorunlu olan tanrıbilim derslerine ve Brno Felsefe Enstitüsü'nde verilen elma ve üzüm yetiştiriciliği derslerine katılmıştı. Verimi artırmak için, bitkilerin daha fazla ürün veren cinsleriyle yapay olarak nasıl döllenebileceğini öğrenmişti. Yüksek verimli bitkiler, düşük verimli bitkilere göre dönüm başına daha fazla ürün verir. Manastırda, Mendel ve diğer rahiplerin çalışmalarında yararlanabilecekleri botanik ve mineral koleksiyonları da vardı. Mendel çalışmaları süresince üç sınavı takdirle geçti.

Manastırın birçok mensubu Brno'daki Felsefe Enstitüsü'nde ya da lisede öğretmenlik yapıyordu. Bunlar arasında yer alan başrahip Napp manastırın kütüphanesinin kataloğunu hazırlamanın yanı sıra İncil yorumu ve doğu dilleri dersleri de veriyordu. Bazı rahipler de birkaç yıl geçince, üniversitelerde öğretmenlik yapmak üzere manastırdan ayrılıyorlardı. Örneğin Friedrich Knapp daha sonra, fizik öğretmeni olarak Olomouc'a gitmişti. Anton Keller adındaki bir rahip, değişik kavun çeşitlerinin yetiştirilmesi konusunda bilimsel yazılar yayımlamıştı. Anton Thaler adlı bir başkası deney bahçesinde nadide bitkiler yetiştiriyordu. Bu bahçeyi sonraki yıllarda Mendel devralacaktı. Dolayısıyla, Mendel rahip olduğunda zamanın en önemli bilimsel ve entelektüel akımlarını izleme imkânını da elde etmişti.

Rahip adayları manastırda, tarımla ilgili birkaç cemiyetin etkin bir üyesi olan Anton Keller'in gözetimi altındaydı. Keller, altı değişik kavun çeşidinin farklı özelliklerini tanımlayan bilimsel bir makale yayımlamıştı; aynı zamanda yeni meyve ağacı ve palmiye çeşitleri yetiştirmenin ekonomik yönleriyle de özellikle ilgileniyordu.

Böylece Mendel daha en baştan tanınmış bir tarım uzmanıyla çalışmaya başlıyordu.

Mendel manastırın ve rahiplerinin kendisine sağladığı yararların değerini biliyordu. "Herhangi bir çalışma yapabilmek için çok yararlı olan" güvenliği elde ettiğini yazmıştı. Manastırın küçük botanik ve mineral koleksiyonu üzerinde çalışıyordu ve tanıdıkça daha da derinleşen özel bir ilgi duyduğunu söylediği doğa bilimlerine geniş zaman ayırabiliyordu.

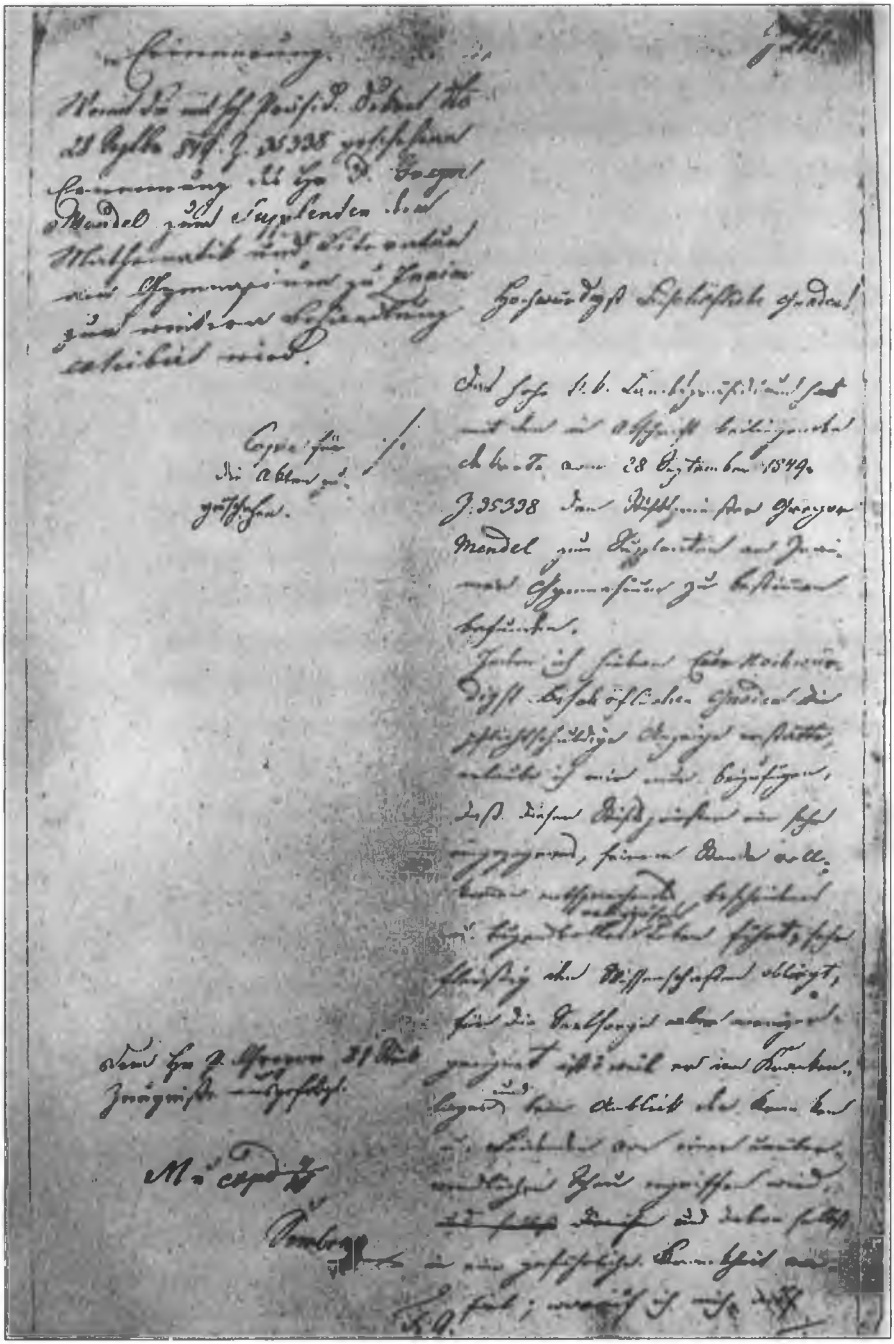
Ancak manastır siyasi etkilerden hiç zarar görmüyor değildi. 1848 yılında Avusturya-Macaristan İmparatorluğu'nda, yurttaşlık haklarının genişletilmesi ve feodal işçiliğin kaldırılması gibi yenilikler talep eden devrimci bir hareket ortaya çıktı. Mendel, sonunda bastırılan bu hareketten pek fazla etkilenmediyse de, tüm yurttaşlar için, özellikle de eski yönetim sırasında manastıra girdikten sonra bütün yurttaşlık haklarını kaybeden rahipler için daha geniş hak ve özgürlükler isteyen bir dilekçeyi imzalamıştı. Dilekçede "coşkun özgürlük çağrısında" dini tarikatların üyelerine hiç yer verilmediği, bunların "zorunlu bir yalnızlığa" itildiği belirtiliyor, rahiplere "hür, bütünleşmiş ve bölünmez bir vatandaşlık" tanınması isteniyordu.

Mendel dilekçeyi belki de manastırdaki bazı görevlerinden memnun olmadığı için imzalamıştı. Rahip sıfatını kazandığında kendisine verilen görevlerden biri de yöredeki hastanede yatan hastalara manevi destek vermekti. Bu görevden hoşlanmamasının başlıca sebebi doğa bilimleri üzerine çalışma özgürlüğünü kısıtlamasıydı. Bu yükümlülükten kurtularak öğretmen olmanın ve böylece bilimsel çalışmalarını sürdürmenin bir yolunu bulmaya çalışıyordu. Mutsuzluğu onu bir aydan uzun süre yatağa bağlayan bir hastalığa yakalanmasına yol

açtı. Yaşadığı gerginlikten dolayı yeniden bir ruhsal çöküntü yaşıyor gibiydi. Yakındaki bir kilise hastanesinden gelen bir hemşirenin bakımı altında tutulmak zorunda kaldı ve bu da manastıra oldukça büyük bir parasal yük getirdi.

Mendel için beklediği fırsatı yaratan, yakındaki bir köy olan Znojmo'daki (Znaim) okulun 7. sınıfa klasik dersler ve matematik okutacak bir öğretmen talep ettiğini bildirmesi oldu. O zamana kadar sadece ilk altı sınıfta eğitim veren okulun genişleme kararı alması üzerine yeni öğretmenlere ihtiyacı olmuştu. Başrahip Napp'ın tavsiyesi üzerine, o zamanlar bütün öğretmenlerden istenen resmi üniversite belgesine sahip olmamasına rağmen Mendel Ekim 1849'da bu göreve getirildi. O kadar parasızdı ki, başrahip tarafından sağlanan harçlıktan kendisine avans verilmesini istedi. Yoksulluğunun bir göstergesi, çamaşırhaneye verecek parası olmadığı için kirli giysilerini yıkanmak üzere eve göndermesiydi.

Başrahip Napp'ın Mendel'i öğretmen olarak görevlendirdiği yazıda şöyle deniyordu: "Adı geçen yüksek öğrenim öğrencisi rahip münzevi bir hayat yaşamakta olup, alçakgönüllü, erdemli, dinine bağlı bir kişi olarak şartlara tamamen uygundur." Yazıda şöyle devam ediliyordu: "Kendisi bilimsel çalışma alanında çok gayretli olmakla birlikte, bir cemaat rahibi olarak görev yapmak için çok uygun değildir. Hasta ziyaretine gittiğinde ya da acı çeken birini gördüğünde üstesinden gelemediği bir sıkıntıya kapılmaktadır. Bu zaafının kendisini ciddi biçimde hasta etmesi üzerine bu tür görevleri üzerinden almayı gerekli gördüm." Mendel ise daha sonraları "bu karara memnunlukla uyduğunu" yazmış ve şöyle demişti: "[Mendel'in] kederli gençliği, ona yaşamın ciddi yüzünü gösterdi ve çalışması gerektiğini erkenden öğretti.



Başrahip Napp'ın Piskopos Schaaffgotsch'a yazdığı, Mendel'in sağlığının kilise görevleri için uygun olmadığını ve Znojma'daki ortaokulda matematik ve edebiyat öğretmenliği görevine getirildiğini belirten mektubun taslağı.

[Manastırdayken] güvenli bir ekonomik konumun meyvelerini tatmasına rağmen kendi yaşamını kazanma isteği içinde hep canlı kaldı."

Mendel'in öğretmen olarak kazandığı para işine yaradı gerçekten de. Günleri yoğun geçiyordu. Okulda, haftada toplam 20 ders olmak üzere Latince, Yunanca ve matematik öğretiyordu. Aylığı 360 guldendi. Okul müdürünün günümüze kalan bir yazısında, Mendel'in kısa zamanda ders konularını öğrendiğini ve öğretimle ilgili temel becerileri kazandığı belirtiliyor. Müdürün bir değerlendirme yazısında da Mendel'in "canlı ve kolay anlaşılır öğretme yöntemi"nden övgüyle söz edilerek, onun ağır programın üstesinden gelmeyi başardığı anlatılıyor.

Öğretmenliği sürdürebilmek için Mendel'in devletin düzenlediği bir sınava girmesi gerekiyordu. 1850 yılında, 28 yaşındayken, öğretmenlik mesleğinin resmen onaylanması için zorunlu olan bu sınava girdi ama başarılı olamadı. Bu sonuç sebepsiz değildi. Sınava giren öğretmenlerin çoğu bir yüksekokul ya da üniversitede birkaç yıl süren tam gün öğrenim görerek gerekli bilgiyi kazanmışlardı. Mendel ise bir yandan haftada 20 saat ders verip öğrencileriyle ilgilenir ve derslerini hazırlarken diğer yandan öğrenimini sürdürmek zorunda kalmıştı. Zeki olmasına rağmen sınav için yeterince hazırlıklı değildi.

Sınavın ilk bölümünde Mendel biri jeoloji, öteki havanın özellikleri ve rüzgârın sebebi hakkında iki yazı yazmak zorundaydı. (Jeoloji konusunda açıklaması istenen şuydu: "Suyla oluşan ve ateşle oluşan kayalar arasındaki başlıca farklılıklar ve Neptünsel katmanların başlıca çeşitlerinin seri numarasıyla yaşlarına göre ayrıntılı dökümü.") Her iki konudaki eğitimi de pek iyi ol-

mayan Mendel yazıları, bir yandan öğretmenliği tüm yüküyle sürdürürken, sekiz hafta içinde yazmak zorundaydı.

Rüzgâr hakkındaki yazısı sınavı geçmişti. Profesörün değerlendirmesi şöyleydi: "aday söylemek istediklerini parlak bir şekilde olmasa da bilimsel olarak ve genelde doyurucu bir biçimde anlatmıştır." Ancak jeolojiyle ilgili yazısı, Mendel'in geçerliliğini kaybetmiş başvuru kaynakları kullandığı ve önemli konuları yeterince ayrıntılı tartışmadığı gerekçesiyle reddedildi. (Bununla birlikte Mendel çok ilginç noktalar üzerinde durmuştu. Charles Darwin'in evrim kuramını ortaya atmasından sekiz yıl önce yazdığı bu yazıda dünyanın ilk zamanları hakkında şunları söylemişti: "Bitkiler ve hayvanlar çoğaldı, yaşam çeşitlendi; ilk canlıların bir kısmı yenilere ve daha kusursuz olanlara yer açılması için yok oldular." Dünyayla ilgili olarak şöyle diyordu: "Ateşi yanmaya ve atmosferi hareket etmeye devam ettiği sürece yaratılışın tarihi de sona ermeyecektir.")

Mendel, sınavın ikinci aşaması için Viyana'ya gitti. Yine sorunlar yaşadı çünkü Viyana'ya planlanan tarihten daha geç ulaşmıştı ve ağustosun ortası olduğu için sınavı uygulayacak kişiler tatile hazırlanmanın telaşı içindeydi. Sınavın fizikle ilgili bölümünde Mendel, çelik bir çubuktan nasıl mıknatıs yapılabileceğini anlatarak manyetizma konusunda bir yazı yazacaktı. Yazıyı değerlendiren iki profesör yeterli bulduklarını bildirdiler. Sınavın ikinci bölümünde Mendel memeliler hakkında bir yazı yazarak insanlık için yararlı olan hayvanlardan örnekler verecekti. Bu yazıda ya da sınavın sözlü bölümünde başarılı olamadı ve bir yıl sonra yeniden sınava girmesi istendi. Mendel öğretmenlik mesleğinin sona erdiği korkusuyla Brno'ya geri döndü.

Eğer Mendel öğretmenlik sınavından geçseydi büyük bir ihtimalle Znojmo *Gymnasium*'unda kalacaktı ve belki de yaşamı tümüyle farklı olacaktı. Ortaokul öğrencilerinin birkaç kuşağı mükemmel bir öğretmene sahip olurdu belki ama bilim, Mendel bitki araştırmalarını yapmak için zaman bulamayabileceğinden, önemli bir kâşiften yoksun kalabilirdi.

Mendel'e öğretmenlik sınavını geçmesi için yeni bir fırsat tanımak üzere başrahip Napp onu doğa tarihi öğrenimi görmesi için Viyana Üniversitesi'ne gönderdi. Mendel, 1851 yılında girdiği üniversitede kendisi için çok büyük bir ilerleme dönemi olan iki yıl geçirdi. Napp, tavsiye mektubunda şöyle demişti: "Peder Gregor Mendel'in cemaat rahibi olarak çalışmaya uygun olmadığı anlaşılmakla birlikte kendisi doğa bilimleri alanında olağandışı zihinsel yeteneğe sahip ve dikkat çekici düzeyde çalışkan olduğunu göstermiştir. Bu alandaki



Mendel'ın 1851-1854 yılları arasında gittiği Viyana Üniversitesi.



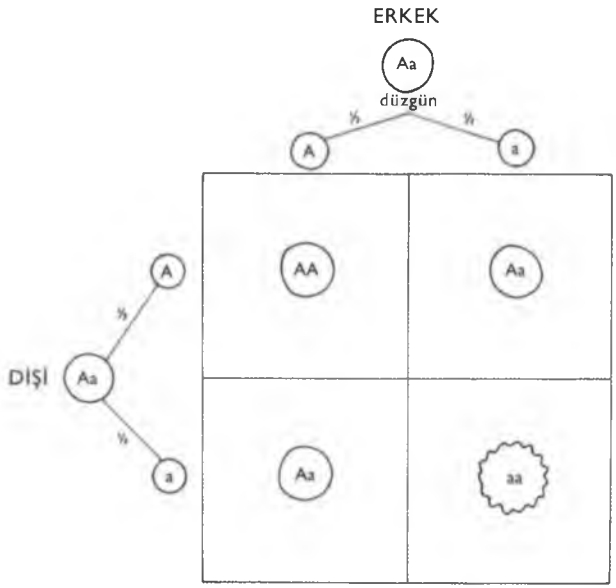
Botanikçi Karl Wilhelm Nägeli hücre bölünmesi ve ozmoz üzerinde araştırmalar yapmıştı. Mendel'le birbirlerine bilimsel yazılarını ve deneyleriyle ilgili notlarını göndermişlerdi.

övgüye değer bilgisi Kont Baumgartner tarafından da fark edilmiştir. Ancak bu yeteneklerinin tam anlamıyla gelişebilmesi için, öğrenimi açısından bütün fırsatlara kavuşacağı Viyana'ya gönderilmesi gerekli ve uygun görülmüştür."

Mendel'in üniversitedeki özel yaşamı hakkında fazla bilgi yok. Parası kıttı ve öteki öğrencilerden 10 yaş büyüktü. Dolayısıyla muhtemelen, pek fazla sosyal hayatı yoktu. Üniversitedeki çalışmalarını sürdürürken bir yandan da rahiplik görevlerini yerine getiriyor, düzenli olarak ayin yönetiyordu. O günlerden bize sadece iki mektubu ulaşmış. Birinde, çamaşırhanenin 12 tane gömleğini kaybetmesi nedeniyle bir arkadaşından yeni gömlek satın almak için yardım istiyor. Ötekinde ise anne ve babasına sağlığının yerinde olduğunu, durumunun iyi olduğunu ve çok çalıştığını anlatarak, "bundan sonrasını zaman gösterecek" diyor. Ayrıca, Avusturya İmparatoru'na yönelik bir suikast girişiminden de kızgınlıkla söz ediyor.

Mendel üniversitede, bitki fizyolojisi ve hücrebilim konularında uzman olan Franz Unger'in de aralarında bulunduğu, zamanın önde gelen bazı bilim adamlarıyla tanıştı. Daha sonraları uzun yıllar yazıştığı ünlü bitki uzmanı Karl Nägeli'yi bu sırada tanıdı. Mendel hakkında bildilerimizin çoğunu Nägeli'ye yazdığı mektuplara borçluyuz.

Mendel'in önemi zaman içinde ortaya çıkan başka bir tanışıklığı da Fizik Enstitüsü başkanı ve üniversitenin deneysel fizik profesörü Christian Doppler'le olandı. Doppler günümüzde Doppler etkisini buluşuyla anılıyor. Bu olguyu, dalganın kaynağıyla gözlemci arasındaki mesafe değiştikçe ses, ışık ve öteki dalga biçimlerinin frekanslarında gözlemlenen değişiklik olarak açıklayabiliriz.



İki melez, düzgün taneli bezelye bitkisinin çaprazlanması. İki bitki de (F1 kuşağı) bir baskın, bir çekinik alel veriyor. Ortaya çıkan kuşakta (F2) baskın özellikler de çekinik özellikler de görülebiliyor.

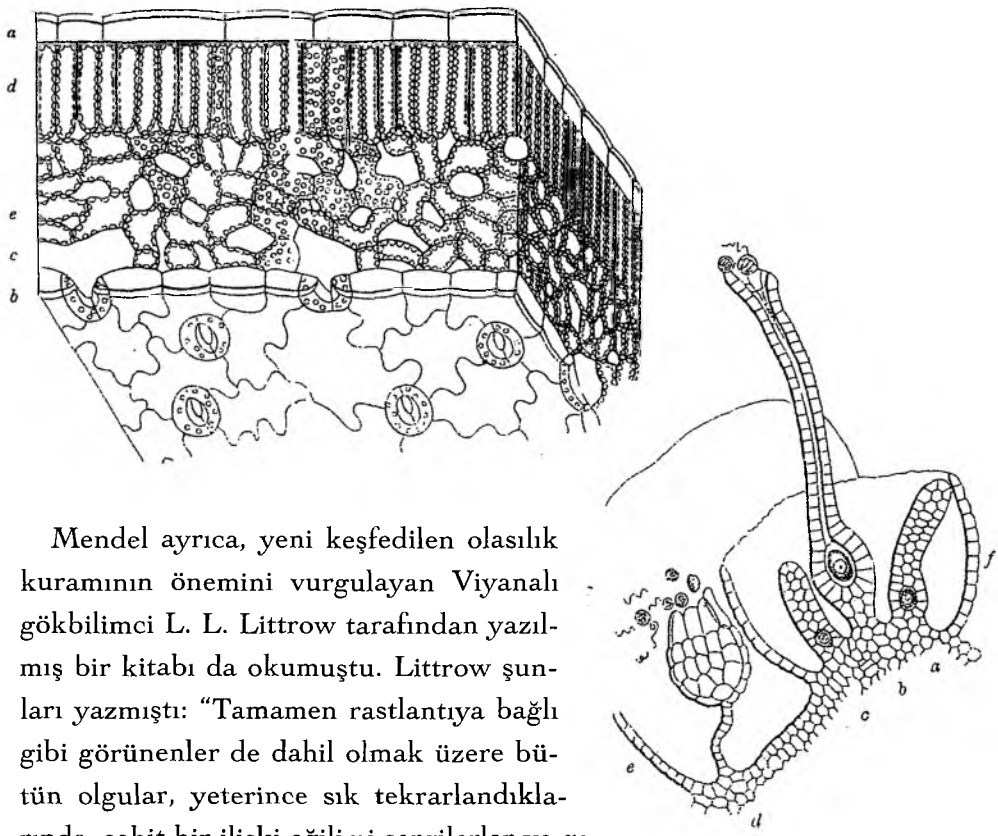
Şimdi olduğu gibi o zamanlar da fizik, matematiğin çok önemli rol oynadığı bir bilim dalıydı. Mendel'in Doppler ve Fizik Enstitüsü'ndeki diğer öğretmenlerle tanışması onun doğa olaylarının matematiksel analiziyle de tanışmasını sağladı. Aldığı öteki dersler arasında meteorolojinin istatistiksel ilkeleri ve permütasyon ve kombinasyon gibi konularla ilgilenen kombinasyon analizi de vardı. Permütasyon ve kombinasyon, bir küme içindeki sayıların kaç farklı şekilde düzenlenebileceğinin araştırılmasıdır.

Mendel'in Franz Unger'den öğrendikleri de gelecek açısından önem taşıyordu. Unger, eski jeolojik oluşumlarda bulunan örnekleri inceleyerek ve modern türlerin gelişimini izleyerek, tarihsel bakış açısından bitkilerin gelişimi konusunda ders veriyor, ayrıca melez bitkiler üzerinde çalışıyordu. O da zamanın genelde kabul gören görüşüne, iki bitkinin bir melez -F1 kuşağı- yaratılmak üzere çaprazlanmasıyla, birörnek bitkiler üretileceğine inanıyordu. Melez F1 kuşağı bitkiler birbirleriyle

çaprazlandığında ise, ortaya çıkacak F2 kuşağının başlangıçta ilk çaprazlanan türlerin veya soyların özelliklerini taşıyacağı düşünülüyordu. Unger çalışmaları hakkında yazdığı yazıda, atasal türlerin ikisiyle de benzerlik taşıyan F2 kuşağı bitkilerin yüzdesi hakkında bilgi vermedi. Bu yüzdenin önemli olmadığı düşünülüyordu ve biyologlar da böylesi matematiksel terimlerle çalışmaya alışkın değillerdi.

Mendel Unger'den deneysel araştırmanın yeni yöntemlerini öğrenmişti. Unger'in etkilendiği J. M. Schleiden şöyle diyordu: "Botanik biliminde, bitkinin tek tek hücrelerindeki değişikliklerin bir işlevi olarak bitkide meydana gelen oluşum süreçlerini açıklamayı hedef almayan her varsayım ve her çıkarım reddedilmelidir." Yani, güncel terimlerle söylersek bir araştırmada, bitki hücrelerinin genetik yapısı ve bu hücrelerde zaman içinde meydana gelen değişiklikler incelenmelidir. Mendel daha sonraki araştırmalarını Schleiden'in kuralına göre yürütmüştür.

Unger bitkinin "yapay bir kimya laboratuvarı ve fiziksel güçlerin etkileşimi için en ustaca düzenleme" olduğunu yazmıştı. Türlerin sürekliliği düşüncesini reddederek, sürekli bir değişim süreci yaşandığını söylemişti. "Bitkilerin permütasyonuyla yeni kombinasyonlar ortaya çıktığını, bunların türün daha önceki özelliklerini taşımayan ve yeni bir tür gibi gözüken belli kombinasyonlara indirgenebileceğini kim inkâr edebilir?" diyordu. Unger, yeni bitki çeşitlerinin ortaya çıkışında henüz açıklanamamış bir düzen olduğunu fark etmişti. Bunun ve sebebinin bir gün bilimsel araştırmayla ortaya çıkarılacağına inanıyordu. Unger bilimsel çalışmaları dışında da cesur siyasi görüşlere sahipti ve muhaliflerinin agnostik ve sosyalist olarak nitelendirdiği düşüncelerinden dolayı saldırılara hedef olmuştu.



Franz Unger'in Botanische Briefe *(Botanik Mektupları) adlı kitabından çizimler.*

Üstte: yaprağın hücre yapısı. Altta: bitkide döllenme, (b) bitkinin dişi organı ve yumurta hücresi, (d) çiçektozu üreten bölüm ya da erkek üreme organı.

Mendel ayrıca, yeni keşfedilen olasılık kuramının önemini vurgulayan Viyanalı gökbilimci L. L. Littrow tarafından yazılmış bir kitabı da okumuştu. Littrow şunları yazmıştı: "Tamamen rastlantıya bağlı gibi görünenler de dahil olmak üzere bütün olgular, yeterince sık tekrarlandıklarında, sabit bir ilişki eğilimi sergilerler ve genelde çok basit bir kurala dayalıdırlar. Eğer bu kural yeterince kesin olarak belirlenebilirse, o olgunun gelecekteki durumu da öngörülebilir." Doğadaki birçok olgunun matematiksel terimlerle açıklanabileceğini belirten bu saptama Mendel'in gelecekte birçok bitkiyle yapacağı ve genetiğin yasalarının temelini atacak deneylerde yol gösterici olacaktı.

Mendel Viyana'daki çalışmalarını tamamladıktan sonra 1853 yılı Temmuz ayı sonunda Brno'ya geri döndü. Doğa tarihi öğretmeni olabilmek için gerekli sınava girmemesine rağmen 1854 yılı Mayıs ayında öğretmenliğe yeniden başladı. Yeni açılan bir *Realschule*'de (lise) onun için doğa tarihi ve fizik öğretmenliği kadrosu oluşturulmuştu.

İyi bir öğretmendi. Öğrenci sayısı 62 ile 109 arasında değişen kalabalık sınıflara ders veriyordu. Haftada en az 18 saat ders veriyor, bu sayı 27'ye kadar çıkabiliyordu. Ayrıca okulun doğa bilimleri koleksiyonunun yönetiminden de sorumluydu. Uzun yıllar sonra Mendel'in eski öğrencileriyle konuşan bir biyografi yazarı hepsinin onu insaflı, nazik, adil ve iyi öğreten bir öğretmen olarak övgüyle andıklarını belirtiyor. Öğrencileri Mendel'in fiziksel görünümünü de şöyle anlatıyor: "Orta boylu, geniş omuzlu, biraz kilolu, başı büyük ve alnı geniş, mavi gözleri altın çerçeveli gözlüklerinin ardından dostça parlayan bir adam. Hemen her zaman rahip giysileriyle değil, öğretmen olarak görev yapan Augustinusçu tarikat üyelerinin giydiği sade kıyafetle görülürdü: genellikle kendisine büyük gelen bir frak ceketi ve paçaları çizmelerinin içine sokulmuş kısa pantolon."

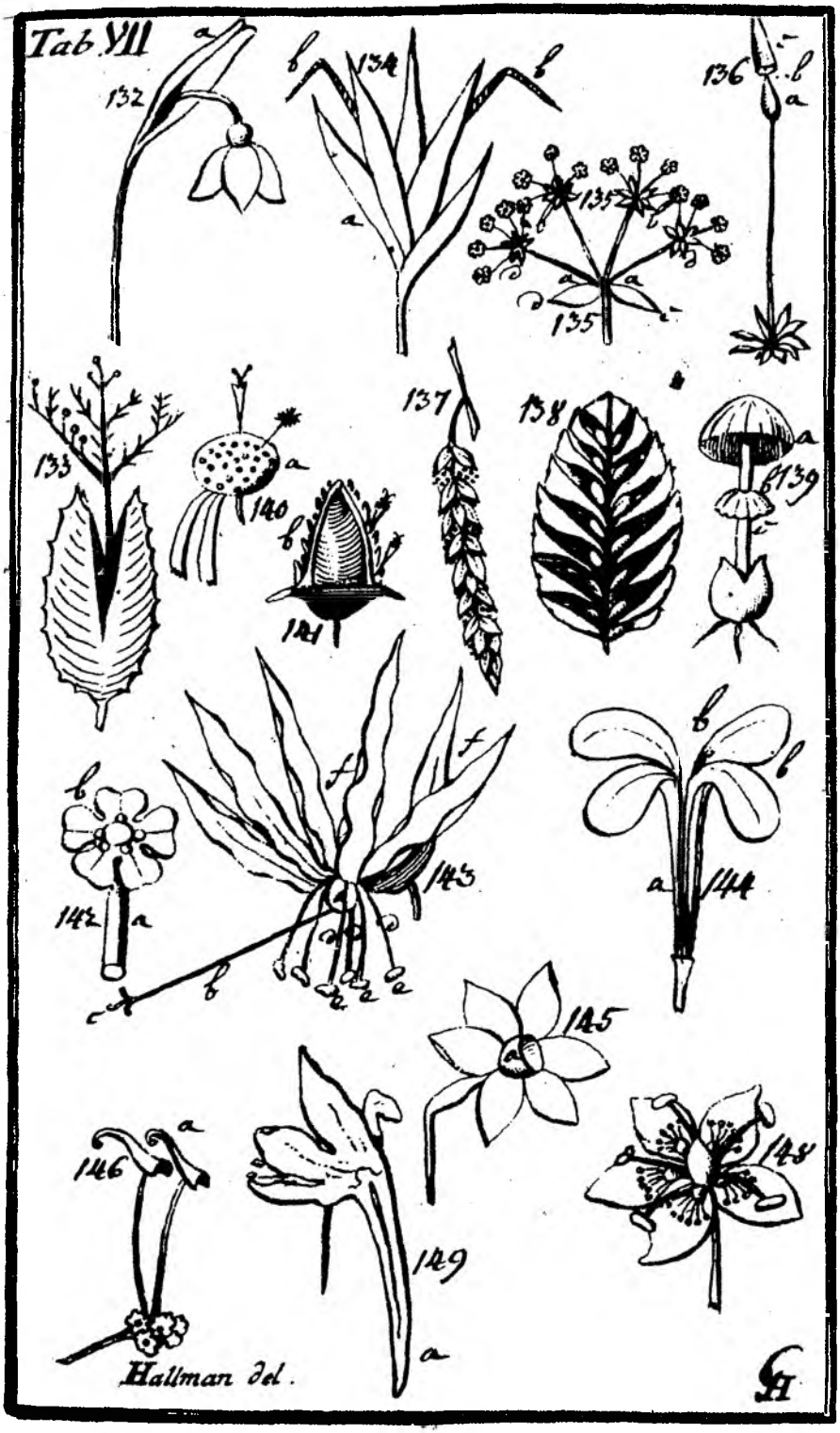
Öğrencileri onu seviyordu. Bir tanesi Mendel'i "içten sesi, adaletli ve vicdan sahibi oluşu, nezaketi ve gülümseyişi" ile hatırladığını söylüyordu. Yıllar sonra bir öğrencisi onu belleğinde, "öğrencilerinin önünde durmuş onlara son derece dostça bakarken" canlandırıyor. Başka bir öğrencisi ise şöyle diyor: "Öğrencileri onun öğretme yöntemini çok beğeniyordu. (.....) Onun öğretmek için şiddete başvurmasına gerek yoktu. Gerektiğinde dostça açıklamalarla desteklediği berrak ve açık anlatımı tüm dinleyenlerin her şeyi anlayabilmesini sağlıyordu. Öğretmenlik görevinden o derece zevk alıyor ve her konuyu o derece anlaşılır ve ilgi çekici anlatıyordu ki, derslerini her zaman iple çekiyorduk."

Mendel anlayışlı ve sabırlı bir öğretmendi. Öğretim yılının sonunda, düşük not alan öğrencilerine yeniden sınava girmek isteyip istemediklerini sorardı. Sonra, öğrencilerden birbirleri için soru hazırlamalarını isterdi.

Öğrenciler soracakları bir şey olursa ya da özel ders istiyorlarsa manastırın bahçesinde onu ziyaret edebiliyorlardı. Sınıfta sözlüye kaldıracağı öğrencileri rastlantıya dayalı bir yöntemle seçerdi. Not defterinden rasgele bir sayı, örneğin 12'yi seçer ardından, "iki kere 12 eşittir 24, 24 artı 12 de eşittir 36" diyerek numarası 36 olan öğrenciyi sözlüye kaldırırdı.

1855 yılında Mendel öğretmenlik sınavına girmek için bir kez daha başvuruda bulundu. Sınavın bir bölümüne Brno'da, geri kalan bölümüne de Viyana'da girdi. Viyana'da sınavın yazılı bölümü sırasında yeni bir ruhsal çöküntü yaşayarak birinci soruyu cevaplandırdıktan sonra hastalandı ve sınavın geri kalan kısmını tamamlayamadı. Uğradığı bu ikinci başarısızlık da Mendel'i öğretmenlik yapmaktan alıkoymadı. Önceki konumunda uzun yıllar öğretmenliğe devam etti. Ama bu durumda normal öğretmen maaşının ancak yarısını alabiliyordu.

Mendel'in öğretmenlik belgesi alamaması uzun vadede bir bakıma önemli oldu. Çalışmalarını Viyana'da sürdürme ve böylece kalıtım araştırmalarında önem taşıyacak bilim adamları ve yöntemleriyle tanışma imkânı buldu. Bir yandan öğretmenliğe devam ederken, biyolojinin en temel ve en önemli sorularından birine yönelik bitki yetiştirme deneylerine başladı. Bu soru şuydu: Kalıtım yoluyla ne geçer ve bu nasıl olur? Mendel'in bitkilerinden elde ettiği cevaplar yeni bir bilim dalının temelini atacaktı.



Carolus Linnaeus'un 1751 yılında yayımlanan Philosophia Botanica *(Botanik Felsefesi) kitabı için yaptığı çiçek çizimleri.*

3.
BÖLÜM

Mendel Bitkilerle Deneylerine Başlıyor

Mendel 1853 yılında Viyana'dan Brno'ya döndüğünde, kalıtım üzerinde bir araştırma programı başlatmak için plan yapmıştı bile. Daha sonraları yazılarında şöyle demişti: "Eğer daha başlangıçta, tartışmalı sonuçlara varma tehlikesini önlemek istiyorsak bu çeşit deneylerde kullanacağımız bitki grubunu çok dikkatli seçmeliyiz."

Mendel araştırmasında henüz yeni sayılabilecek bir buluştan yararlanmıştı. Bu, bitkilerin de bir cinsiyeti olduğuydu. O zamana kadar uzun süre bitkilerde çiçeklenme ve üremenin kendiliğinden olduğuna inanılmıştı. Bu görüşü değiştiren ilk ve en önemli adım 18. yüzyılda yaşayan bilim adamı Carolus Linnaeus'un, türün saptanmasında bitkilerin cinsiyetini temel alan yeni bir bitki türleri sınıflandırma sistemi geliştirmesi oldu. Linnaeus ayrıca melez bitkileri de tanımlamıştı. (Mendel öğrencilerine, çoğu zaman basit sokak diliyle, bitkilerin üremesini anlattığında bazıları kıkırdardı. O ise, "Aptalca davranmayın, bunlar doğal şeyler." derdi.)

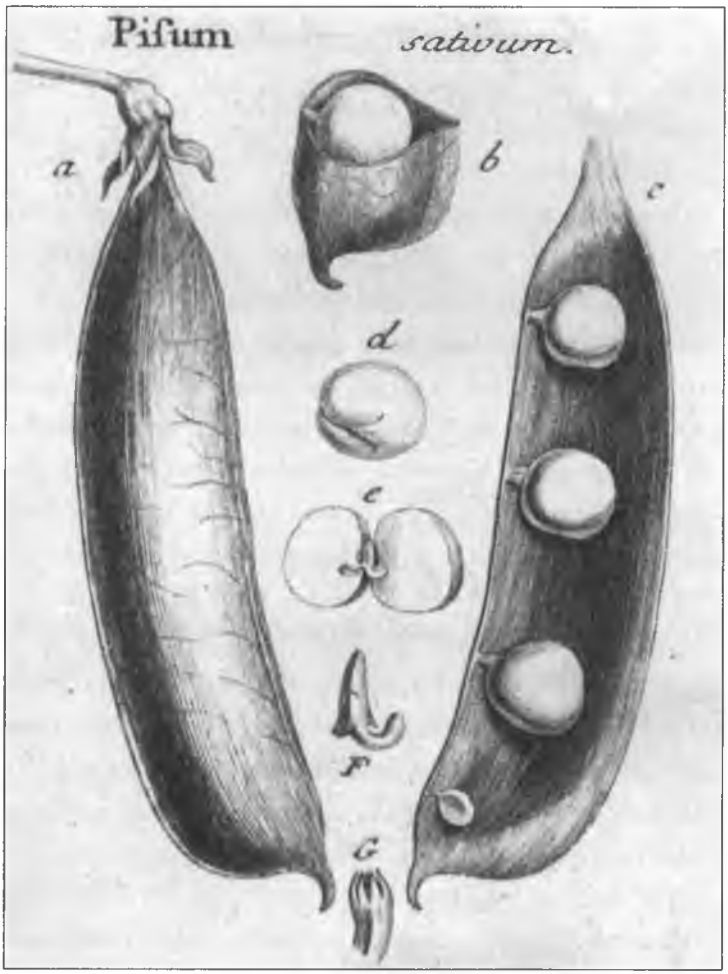
18. yüzyılın sonlarına doğru, Joseph Kölreuter adında bir Alman bilim adamı bitkilerin üremesi için, bitkilerde spermanın karşılığı olan çiçektozlarından birinin, bitkilerde yumurtaya karşılık gelen bitki oluşumunu döllemesi gerektiğini ve böylece yeni bitkiyi oluşturacak tohumun meydana geleceğini ortaya koyan bir dizi deney yapmıştı. Kölreuter, bitkilerin kendi kendilerini dölleyebilecekleri gibi, başka bitkilerin çiçektozlarıyla da döllenebileceklerini göstermişti.

Kölreuter ayrıca, bitkilerin melezlenmesi konusunda uzun deneyler de yaptı. Bu işe başladığında, yapay çapraz döllenmeyle henüz sadece iyi bilinen iki bitki melezi yetiştirilmişti. Kölreuter'in yetiştirdiği ilk melez bitki kısır oldu; yani tohum meydana getirmedi, çiçektozları kuru ve kısırdı. Ancak bu bitkileri bir önceki kuşaktan aldığı çiçektozlarıyla döllediğinde kısır olmayan melezler elde etti.

Bitki melezleme deneylerini ilk yapanlardan Joseph Kölreuter, çiçeklerin tozaklamasında böceklerin ve rüzgârın önemini ilk fark eden kişi oldu.



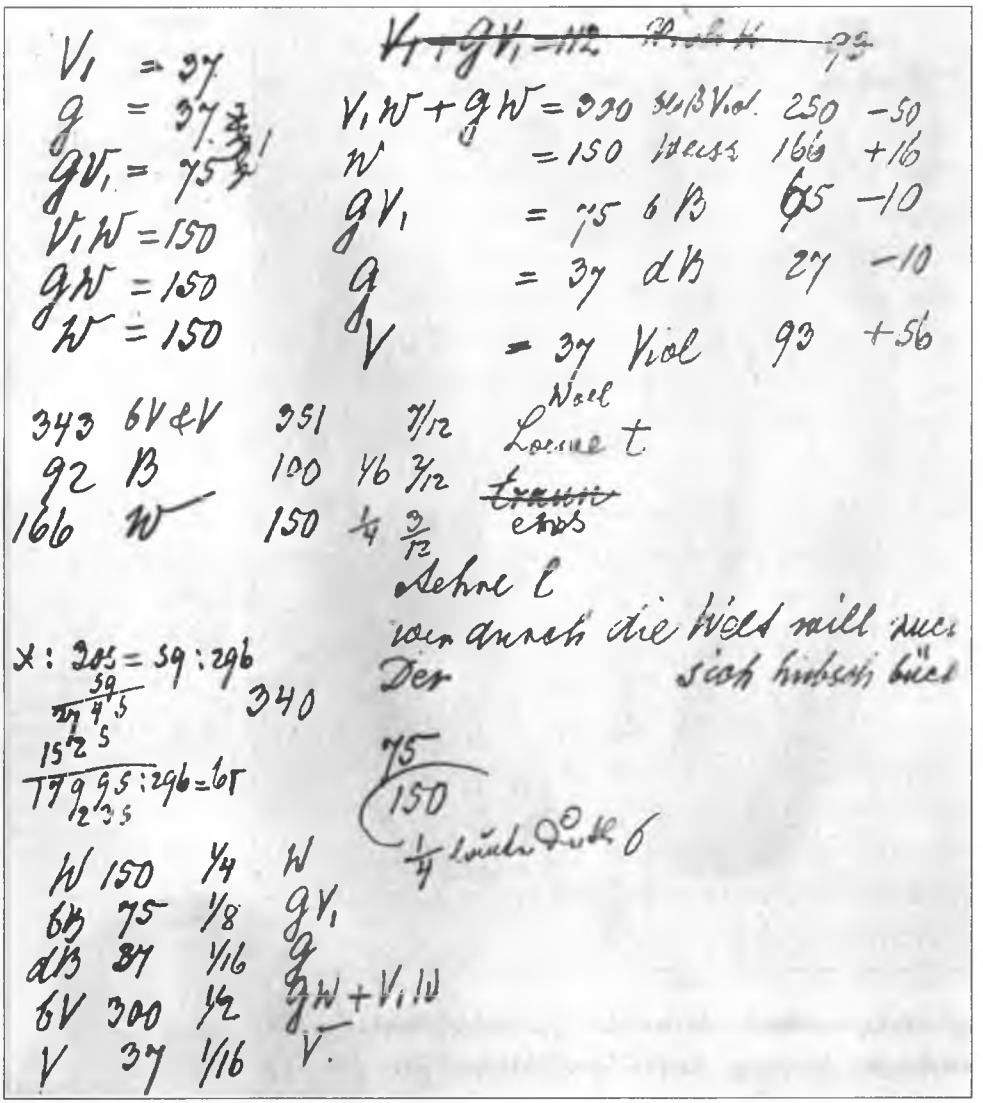
Kölreuter birkaç yıl içinde ilk defa bitki melezlerinin eksiksiz bir katoloğunu çıkardı. İlk kuşak melezlerin (F1) çoğunlukla anne ve baba bitkilerin özelliklerinin arasında özelliklere sahip olduğunu yazdı. F2'ler ve önceki kuşaktan bitkiyle çaprazlanan melezlerin ise hepsi farklıydı ve anne ve baba bitkilerin özelliklerini farklı şekillerde yansıtıyorlardı. Kölreuter özelliklerin şaşırtıcı derecede farklılık göstermesini "bilge Yaradanın birbirlerine uygun görmediği" bitki öğelerini birleştirmenin sonucu olarak açıklamıştı ki bu da bilimsel bir yorum sayılmazdı. Ancak, bazı melez kuşaklarda bitkilerin büyükannelerinin, büyükbabalarının ve F1 kuşağı anne ve babalarının özelliklerini sırasıyla 1:2:1 oranında sergilediklerini de ortaya çıkarmıştı. Vardı-



Mendel'in bitki melezleme deneylerini başlattığı bahçe bezelyesi Pisum sativum *un 1791 yılında J. Gärtner tarafından yapılmış çizimi.*

ğı sonuç ise melez türlerin er ya da geç başlangıçtaki türlerden herhangi birinin özelliklerine geri döneceği şeklindeydi.

Yıllar sonra, 19. yüzyılın ortalarında Alman botanikçi Carl Gärtner, Kölreuter'in melezleme deneylerinden bazılarını tekrarladı ve çok sayıda yeni deney de yaptı. Çaprazladığı bitkiler arasında bezelye, tütün ve mısır da vardı. Bazı özelliklerin baskın olduğunu ve art arda her kuşakta görüldüğünü, diğerlerininse birkaç kuşakta kaybolduktan sonra yeniden ortaya çıktığını gözlemle-



Mendel'in defterinin bu sayfası değişik fasulye çeşitleri arasında yaptığı melezlemeleri gösteriyor. Daha sonraları bir genetikçi bu sayfayı "tıpkı bir ressamın yaptığı eskiz gibi, bir fikrin taslağı" şeklinde nitelendirmiş.

di. Elde ettiği sonuçları tutarlı bir şekilde açıklayamadı ve sadece, "türlerin toplam özelliklerinin" melezlerin izleyeceği yönü ve biçimlerini belirlediğini söyledi.

Bu bakımdan, Mendel bezelyeler üzerinde çalışmaya başladığında, başkalarının daha önce yaptıklarına benzer şeyler yapıyordu. Ama aradaki "dev" fark gözlemlerinden çıkardığı sonuçlarda yatıyordu.

Mendel'in öncelikle araştırmasının amacını seçmesi gerekiyordu. Daha sonraları belirttiği gibi bu amaç, özelliklerin bir kuşaktan diğerine nasıl geçtiğini kesin olarak belirlemekti. "Bu, organik varlıkların gelişim tarihi açısından önemi asla küçümsenmemesi gereken bir soru." diyordu.

Ilk deneyleri için seçtiği bitkiler *Pisum* cinsinden bezelye çeşitleriydi. Daha sonra açıkladığına göre bu seçimin sebepleri *Pisum*'dan birbirinden rahatlıkla ayırt edilebilen kısır olmayan melezler elde edilebilmesi, bu bitkide çapraz döllenmenin kolaylıkla önlenebilmesi ve hem bahçede hem de serada yetiştirilebilmesiydi. (Manastırın küçük bir bahçesi ve Mendel'in kullanabildiği bir serası vardı.)

Mendel'in bezelye bitkileriyle yaptığı çalışmalara ilk elden tanıklık eden bir gözlem de var elimizde. Büyük bir Fransız bitki yetiştiricisi firmanın genç temsilcisi C. W. Eichling, tanınmış melezleme uzmanı Ernest Benary'nin tavsiyesi üzerine 1878 yılında Mendel'in manastırını ziyaret etmişti. Yıllar sonra Eichling yazılarında, Mendel'in yemekten sonra kendisine bezelye tarhlarını gösterdiğini anlatarak şunları söyler: "Tarhlardaki yeşil bezelyeler bol ürün yüklüydü. Mendel, manastıra daha çok yarar sağlayabilmeleri için bezelyelerin boylarını ve meyvelerinin biçimini değiştirdiğini söyledi. Ona bunu nasıl yaptığını sorduğumda şöyle cevap verdi: 'Küçük bir hile yaptım ama ardında anlatması zaman alacak uzun bir hikâye var.' Mendel dışarıdan, kabukları kolayca soyulan, ama bazıları çalı tipi olduğu için iyi ürün vermeyen 25'ten fazla bezelye çeşidi getirtmişti. Hatırladığıma göre bunları, manastırda kullanılan uzun boylu ve tatlı olan yerli çeşitle çaprazladığını söyledi. Benary'ye bu deneyler hakkında bilgi verecceğime söz

verdiğimi söyledim ama Mendel konuyu değiştirerek beni seraları incelemeye davet etti."

Mendel deneylerinde iki alışılmadık yaklaşım benimsedi. Öncelikle, bitkileri, araştırdığı özelliklerin sabit olduğundan, yani kuşaktan kuşağa geçtiğinden emin olmak için iki yıl süreyle sınadı. Daha önce melezleme deneyleri yapan botanikçiler böylesi süreklilik testleri uygulamamışlardı. İkinci olarak Mendel, özellikleri kuşaklar boyu değişmeden kalan sabit melezlerle, atasal özelliklerinin bazı kuşaklarda değişiklik gösterdiği değişken melezleri birbirinden özenle ayırıyordu. Bu ayırım daha önceki botanik araştırmalarında yapılmamıştı.

Mendel *Pisum* bitkisinin değişik soylarının en az yedi özelliğini araştırdı. Bunlar arasında çiçeklerin sap üzerindeki konumu, sap boyları arasındaki farklılıklar, olgunlaşmamış kapçığın rengi, olgun tanenin biçimi ve tohum kabuğunun rengi vardı. En çok ün kazanan çalışması tanenin biçimi üzerindeki oldu.

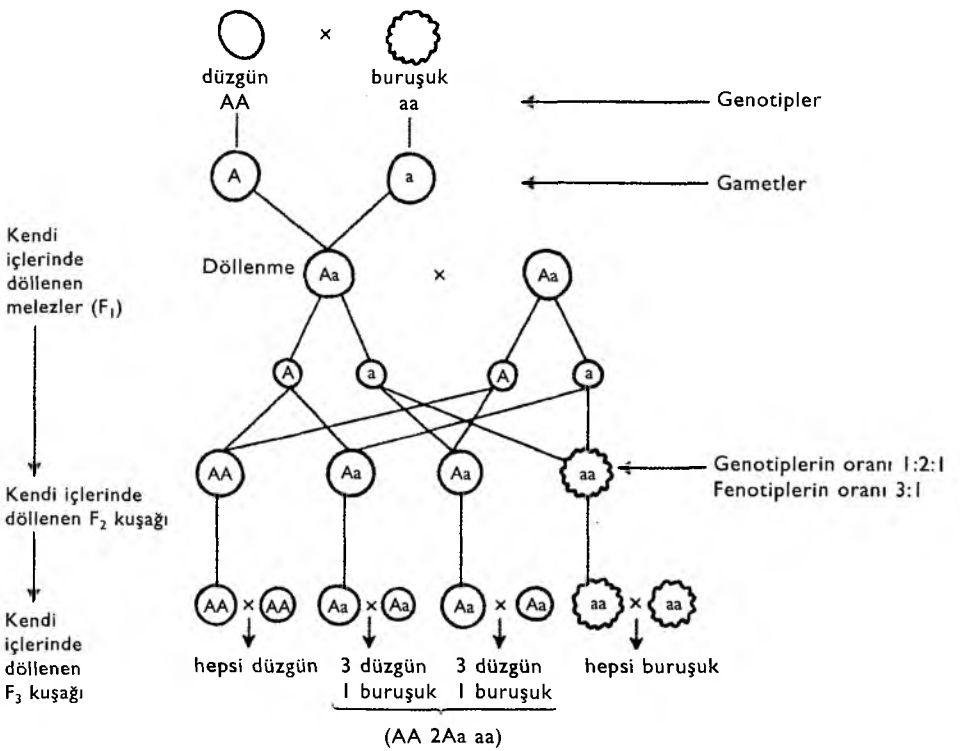
Artık klasik olarak kabul edilen bir deneyde Mendel, düzgün yuvarlak taneleri olan bir *Pisum* çeşidini, buruşuk taneli bir çeşitle çaprazladı. İlk kuşak ürünün (F1) tamamı düzgün taneliydi. Bir sonraki yıl Mendel bu düzgün taneleri tohum olarak kullandı ve bunlardan yetişen F2 kuşağı bitkilerin tanelerini inceledi. Sonuçta 5474 düzgün tane ile 1850 buruşuk tane elde edildiğini belirledi. Bu yaklaşık üçe birlik bir orandı. Mendel F2 kuşağının tohumlarını ektiğinde, buruşuk tanelerden yetişen bitkilerin hepsinin buruşuk taneli olduğunu gördü. Düzgün tanelerden yetişen bitkilerde ise üçte birin sadece düzgün taneli, geri kalan üçte ikininse hem düzgün hem de buruşuk taneli olduğunu ortaya çıkardı. Bunların oranı da gene 3'e 1 şeklindeydi. Mendel, bezelye bitkilerinin öteki özelliklerinin kalıtımını incelemek

için altı deney daha yaptı ve kalıtımla geçen özellikler için hep 3'e 1 oranına ulaşarak, dikkate değer ölçüde benzer sonuçlar elde etti.

Buraya kadar Mendel'in bulguları Kölreuter ve Gärtner'inkilerden çok farklı değildi. Farklı olan, Mendel'in bulgularının matematiksel analizini yapması, bu analizden çıkardığı sonuçlar ve bu sonuçları açıklamak için kullandığı dildi. Bütün bunlar yeni doğan genetik biliminin temel taşlarını oluşturacaktı.

F1 kuşağı bitkilerin sahip olduğu ve her kuşakta ortaya çıkan düzgün tane özelliğine Mendel baskın olan dedi. (Bu terim daha sonra "baskın" (dominant) olarak değişti.) Mendel, *Pisum* bitkisinin F1 kuşağında kaybolan ancak sonraki kuşaklarda yeniden ortaya çıkan bu-

Bu çizimde düzgün ve buruşuk taneli iki ayrı Pisum *çeşidinin çaprazlanması gösteriliyor. Melez bitkilerin hepsi düzgün taneli ancak bunlar birbirleriyle çaprazlandığında ortaya çıkan düzgün ve buruşuk taneli bitkilerin oranı 3'e 1.*



ruşuk tane özelliğine ise çekinik dedi. (Bu terim halen kullanılmaktadır.)

Mendel elde ettiği sonuçları açıklarken her bitkide, tane biçimini belirleyen iki öğe olduğunu ileri sürdü. Herhangi bir bitkide bir ya da iki baskın öğe bulunması durumunda o özellik bitkide ortaya çıkıyordu -en ünlü *Pisum* deneyinde bu özellik düzgün taneydi. Çekinik özelliğin (*Pisum*'da buruşuk tane) ortaya çıkması için o bitkide iki çekinik öğenin bulunması gerekiyordu. Mendel baskın özelliği büyük A, çekinik özelliği de küçük a ile gösterdi. Böylece iki baskın öğesi olan bir bitki AA, bir baskın bir çekinik öğesi olan Aa, iki çekinik öğesi olan da aa olarak gösteriliyordu. Genetikçiler bugün de bu gösterimi kullanır.

Mendel bezelye bitkisinin başka özelliklerini incelemek için çeşitli deneyler yaptı. Elde ettiği bütün sonuçlar tane araştırmasınınkilerle uyum içindeydi. Örneğin, sap boyunu araştırdığı çalışmada, baskın özellik (uzun sap) bitkilerin 787'sinde yani yüzde 73,96'sında ortaya çıkarken, çekinik özellik 277 bitkide görülmüştü. Sonuçların birbirine oranı 2,84'e 1'di. Tohum kabuğunun rengiyle ilgili araştırmada baskın-çekinik özellik oranı 3,15'e 1'di. Her iki durumda da sonuç, Mendel'in bulgularını destekleyecek ideal oran olan 3'e 1'e yeterince yakındı.

Mendel'in deneylerden çıkardığı sonuçlardan biri de anne babaların ve döllerin farklı özelliklerinin her birinin belirli bir öğe -bugün bunlara "gen" diyoruz- tarafından belirlendiği yolundaydı. Her özellik için belirli bir öğe vardı. Bu saptama Birinci Mendel Yasası ya da Ayrışma İlkesi olarak bilindi. Basitleştirilmiş bir örnek verirsek bir insanın saç rengini belirleyen bir öğe ya da gen, göz rengini belirleyen tamamen farklı başka bir öğe

ya da gen vardır diyebiliriz. Göz rengi ve saç rengiyle ilgili genler kuşaktan kuşağa aktarılır.

Mendel'in vardığı bir başka sonuç da, bu öğelerin ya da genlerin ayrı ayrı, birbirini etkilemeden bir kuşaktan diğerine geçtiği yolundaydı. Bu olgu da İkinci Mendel Yasası ya da Bağımsız Kalıtım Yasası olarak tanındı. Mendel'in sözleriyle "melez bir bitkideki her bir farklı özellik, anne baba bitkilerdeki diğer tüm farklılıklardan bağımsızdır". Örneğin saç rengiyle ilgili öğe yani gen ile göz rengiyle ilgili öğe ya da gen birbirinden ayrı olarak sonraki kuşağa geçer. Bu yasa daha sonra, 20. yüzyılda yaşayan Amerikalı biyolog Thomas Hunt Morgan'ın gen bağlantısı (linkaj) adı verilen olguyu keşfetmesi üzerine biraz değiştirildi. İki ya da daha çok genin, aynı kromozomun, yani genetik malzemeyi içeren hücre yapısının üzerinde birbirine çok yakın yer alması halinde gen bağlantısı ortaya çıkabilir. Birbirine yakın genler çoğunlukla birlikte alınır.

Mendel'in vardığı sonuçlardan üçüncüsü, göz rengi ya da saç rengi gibi atadan alınan her özelliğin, biri anneden diğeri babadan gelen o özellikle ilgili iki öğe ya da genin karşılıklı etkileşimiyle belirlendiğidir. Mendel araştırdığı özelliklerde, bir öğenin her zaman diğer öğeden baskın olduğunu buldu. Bu kuram, Baskınlık İlkesi olarak tanındı.

Mendel'in bulgularını basit bir şekilde ve günümüzün dilini kullanarak şöyle özetleyebiliriz:

1. Kalıtım yoluyla geçen her özellik bir gen tarafından belirlenir. Belli bir özellikle ilgili genler alel adı verilen değişik biçimlerde var olabilir. Örneğin saç rengiyle ilgili genin bir aleli kişinin sarı saçlı olmasına yol açarken başka bir alel siyah saçlı olmasına neden olur. Başka bir deyişle aleller aynı genin biraz farklı versiyonlarıdır.

MENDEL VE DARWIN

Canlı varlıklar hakkında yapılan çalışmaların 19. yüzyıldaki iki büyük adı Gregor Mendel ile Charles Darwin'di. Bütün dünya gibi Darwin de Mendel ve araştırmalarından tamamen habersizdi. Ama Mendel geride Darwin'in çalışmalarını bildiği ve bunları dikkatle incelediğini gösteren kanıtlar bırakmıştı.

Darwin'in çığır açan kitabı *On the Origin of Species* (*Türlerin Kökeni*) 1859 yılında, tam da Mendel *Pisum* üzerindeki deneylerini tamamlamak üzereyken yayımlanmıştı. Darwin'in evrim kuramı -bireylerde kuşaklar boyu meydana gelen aşamalı değişimler sonucu en güçlü olanların hayatta kalması- Mendel genetiğine karşıt gibi görülebilirdi, çünkü bazıları tek tek hayvanların ve bitkilerin çevreyle etkileşim içinde değiştiğini ve bu değişikliklerin gelecek kuşaklara geçtiğini söyleyebilirdi.



Charles Darwin 1852 yılında.

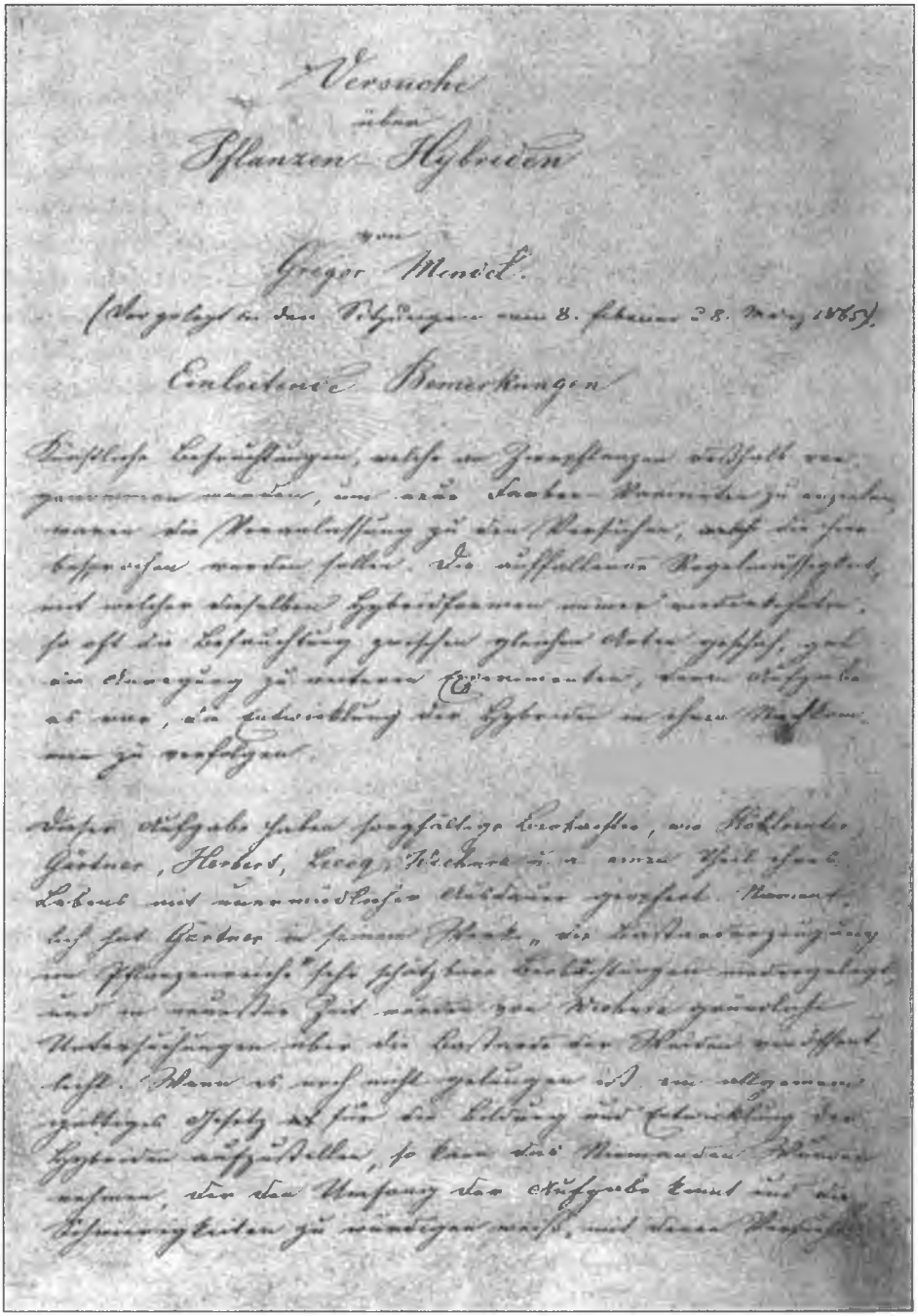
Böylesi bir görüş, sonradan kazanılmış özelliklerin kalıtımla geçirilebileceğini savunan 19. yüzyıl Fransız bilim adamı Jean Lamarck tarafından ortaya atılmıştı. Ancak Lamarck'la Darwin arasında önemli bir fark vardı: Lamarck bireylerden söz ederken Darwin topluluklarla ilgileniyordu. Darwin, hayvan ya da bitkilerin tek tek çevre koşullarına tepki olarak değiştiğini söylemiyordu. Onun savı, büyük bir toplulukta, özelliklerde -zürafanın boyun uzunluğu buna iyi bir örnektir- küçük farklılıkların kaçınılmaz olduğu ve bunların evrime yol açtığıdır.

Darwin boyunları biraz daha uzun olan zürafaların ağaçlardaki yapraklara daha kolay ulaşabildiğini ve bu yüzden daha iyi beslenip daha sağlıklı olduklarını, muhtemelen de daha uzun boyunlu yavrular dünyaya getireceklerini yazmıştı. Bu yavruların da muhtemelen kendilerinden daha da uzun boyunlu yavruları olacaktır ve bu böylece, zürafaların boyunları ağaçlardan beslenebilmek için en uygun uzunluğa ulaşıncaya kadar devam edecektir. Darwin, boyun uzunluğu gibi özelliklerin gelecek kuşaklara nasıl bir düzenekle geçtiğini açıklamaya hiç girişmedi. Bir kitabında, atasal soyların özelliklerinin nasıl olup da melez yavrularda ortaya çıktığını (tam da Mendel'in bitkilerle yaptığı deneylerde açıkladığı konu) anlayamadığını belirtmişti.

Mendel Darwin'in kitaplarını okumuş ve kenarlarına notlar almıştı. *Türlerin Kökeni*'nde türlerin değişmez olmadığını ve değişimlerin ortaya çıkabilmesi için organik varlıkların birkaç kuşak boyunca yeni şartlara maruz kalması gerektiğini belirten cümleleri işaretlemişti. Darwin'in daha sonraki kitaplarından *Variation in Animals and Plants under Domestication*'da (Evcilleştirilmiş Hayvan ve Bitkilerde Değişim) döllenme için bir miktar sperma ya da çiçektozu gerektiğine ilişkin saptamanın yanına şiddetli bir itiraz notu koymuştu. Mendel tek bir çiçektozunun yeterli olduğunu bulmuştu.

Bununla birlikte Mendel'in yorumları ve notları genelde, Darwin'in temel evrim kuramıyla uzlaşmıyor gibi görünmüyordu. Ayrıca uzun vadede Mendel'in çalışmaları, özelliklerin gelecek kuşaklara nasıl geçtiğine ve yıllar boyunca nasıl yavaşça değişebileceğine bir açıklama getirmişti.

Mendel ile Darwin'in tanışıp tanışmadıkları ise cevaplandırması zor bir soru. Mendel bir grupla İngiltere'yi ziyaret ettiğinde bir buluşma için fırsat doğmuştu. Ancak Mendel'in çok alçakgönüllü bir insan olduğu, Darwin'in ise daha o zamanlar uluslararası çapta ünlendiği düşünülürse böyle bir tanışmanın gerçekleşmiş olma olasılığı düşük gibi görünüyor. Dahası Mendel'in İngilizce bilmediğini de unutmamak gerek.



Versuche
über
Pflanzen-Hybriden

von
Gregor Mendel.

(Vorgelegt in den Sitzungen vom 8. Februar und 8. März 1865).

Einleitende Bemerkungen

Mendel'in 1865 yılında yayımlanan "Bitki Melezleri Üstüne Deneyler" başlıklı makalesinin el yazmasının ilk sayfası.

2. Her birey, bitki ya da hayvan olsun, birini annesinden diğerini babasından aldığı iki dizi gene sahiptir.

3. Genler genellikle kuşaktan kuşağa değişmeden aktarılır. Her kuşağın özellikleri önceki kuşağın gen bileşimlerinin karışarak yeniden düzenlenmesi sonucu oluşur.

4. Gen alelleri baskın ya da çekinik olabilir. Bir özellikle ilgili iki baskın alel ya da tek baskın alel alan bireyde o baskın özellik ortaya çıkacaktır. Çekinik bir özelliğin ortaya çıkması için bireyin iki çekinik alel alması gerekir.

(Mendel'in çalışmalarında, genlerde kuşaktan kuşağa geçerken meydana gelen değişiklikler, yani mutasyonlar yer almadı. Mutasyonların iyi ya da kötü çeşitli etkileri olabilir. Genetik hastalıklardan onlar sorumludur, ama aynı zamanda evrimin temelini oluşturan değişimlerin kaynağı da onlardır. Başta Charles Darwin olmak üzere pek çok bilim adamı mutasyonların etkileri üzerinde çalışmıştır.)

Mendel, Brno'da yayımlanan Doğa Bilimleri Cemiyeti'nin dergisinde, "Versuche über Pflanzenhybriden" (Bitki Melezleri Üstüne Deneyler) başlıklı bir yazı yayımladı. Bu yazıdan 40 kopyayı bazı bilim adamlarına ve kurumlara gönderdi. Kimse pek fazla ilgi göstermedi. Bunlardan bulunabilen birkaçına bakıldığında çoğunun hiç okunmadığı anlaşılıyor; çünkü sayfaları bile açılmamış. Bilim dünyası Mendel'in bulgularını ve açıklamalarını açıkçası dikkate almamıştı. Bunun en önemli nedeni Mendel'in tanınmış bir üniversitede ya da bir bilim kurumunda çalışan ünlü bir bilim adamı olmamasıydı. Başka bir neden de, bilim adamlarının böylesi ileri düzeydeki bulguları kabul etmeye henüz hazır olmamalarıydı.

Mendel'in temel yargısı şuydu: "İlk kuşakta, baskın ve çekinik özelliklerin 3:1 olan oranı, baskın özelliği melez ve atasal olarak ayırdığımızda bütün deneylerde 2:1:1 olarak dağılacaktır." Başka bir deyişle, baskın özelliği (*Pisum* deneylerinde, düzgün tane) sergileyen bir bitki ya iki baskın gene (AA) ya da bir baskın bir çekinik gene (Aa) sahiptir ve her AA bitkisine karşılık iki Aa bitkisi vardır. Mendel bu sözleriyle söz konusu özelliğin görünümüyle -günümüzde "fenotip" olarak adlandırılır- bu görünümün ardındaki genetik temel -"genotip"- arasındaki farkı açıklamaktadır. "Fenotip" sözcüğü, "göstermek" anlamındaki Yunanca *phaino*'dan, genotip sözcüğü de "gen" sözcüğünden türetilmiştir.

Mendel daha sonra yaptığı bir dizi deneyde, tek özellikle ilgili olarak belirlediği kalıtım yasalarının, birbiriyle ilgisi olmayan iki ayrı özellik için de geçerli olup olmayacağını araştırdı. Bu deneylerde, taneleri hem biçim (düzgün ya da buruşuk) hem de renk (sarı ya da yeşil) bakımından farklı iki saf bezelye çeşidini çaprazladı. İki ayrı özelliğin baskın ve çekinik biçimlerini A, a ve B, b olarak tanımladı. 15 melez bitkiden elde ettiği 556 tanenin dağılımı şöyleydi:

315 düzgün ve sarı
101 buruşuk ve sarı
108 düzgün ve yeşil
32 buruşuk ve yeşil

Mendel bu deneyle ilgili yazısında, özelliklerin birleşimini basitleştirilmiş şekilde şu denklemlerle gösterdi: A + 2Aa + a ve B + 2Bb + b. Bu 556 bezelye tanesini ektiğindeyse, özellikleri aşağıdaki tabloda gösterilen 629 bitki elde etti.

	AA	Aa	aa	Toplam
BB	38	60	28	126
Bb	65	138	68	271
bb	35	67	30	132
Toplam	138	265	126	529

Mendel bu melezleri üç gruba ayırdı. İlk grupta, sonraki kuşaklarda değişmeyen sabit özelliklere sahip bitkiler vardı. Bunlar AB, Ab, aB ve ab'ydi. Bu dört küçük grubun her birinde yaklaşık 33 bitki yer alıyordu. İkinci grup, bir özelliğin sabit, diğerinin melez olduğu bitkilerden oluşuyordu. Bunlar Abb, aBb, AaB, Aab'ydi ve her birinde 65 kadar bitki vardı. Üçüncü grupta ise her iki özelliğin de melez olduğu bitkiler, yani AaBb bulunuyordu. Bu grupta 138 bitki yer alıyordu.

Mendel'e göre buradaki temel ilke şudur: "Bir bitkinin soyundaki değişik bitkilerde ortaya çıkan sabit özellikler, tekrarlanan döllenmeler yoluyla, bir araya gelmenin kuralları çerçevesinde bütün kombinasyon olasılıkları içinde yer alırlar." Mendel dört grubun sayılarını 4:2:1 oranıyla göstermişti. Yıllar sonra 20. yüzyıla girildiğinde genetikçiler, melez bitkilerin döllerindeki dört farklı özelliğin kombinasyonu için 9:3:3:1 oranını kullandılar.

Mendel, ikiden daha fazla ayrı özelliğin kalıtımını araştırmak için az sayıda bitkiyle yaptığı başka birkaç deneyden de kısaca söz etmişti. *Pisum*'un yedi ayrı özelliğiyle mümkün olan bütün kombinasyonları belirlediğini ifade etmişti. Böyle 128 (2^7) özellik vardı. Vardığı matematiksel sonuç şöyleydi: "Eğer iki atasal bitkideki özellik farklılıklarını n olarak gösterirsek, farklılıkların bir araya gelince kombinasyon dizisinde terim

sayısı 3^n, bu diziler içindeki bireylerin sayısı 4^n, sabit kalan kombinasyonların sayısı ise 2^n'dir." Tabii, bu yazının gönderildiği matematikle ilgisi olmayan bitki uzmanları önemini kavrayamamıştı.

Bazı biyologlar, bir bitki türünün yapay döllenme yoluyla başka bir bitki türüne dönüştürülebileceğini savunuyordu. Carl Gärtner adlı biyolog ise, melez bitkiler atasal biçimlerine geri dönme eğiliminde oldukları için yeni ve kalıcı melezler yaratmanın mümkün olmadığı sonucuna varmıştı. Mendel, melez bitkilerle ilgili araştırmalarında kullandığı yeni tekniklere dayanarak, bu görüşe karşı çıkıyordu. Üç farklı özelliğe sahip bitkilerin çaprazlanması örneğini kullanarak bu bitkilerin çaprazlanmasıyla sekiz tür tohum hücresi oluşacağını söyledi:

ABC, ABc, AbC, abC, Abc, aBc, abC, abc.

Mendel'e göre melez bir bitki abc çiçektozuyla döllendiğinde şu hücreler ortaya çıkacaktı:

AaBbCc+AaBbc+AabCc+aBbCc+Aabc+aBbc+Aabc+aBbc+abCc+abc.

Mendel, her bitki grubunda bir bitki abc genlerine sahip olacağı için, herhangi bir özelliğin dönüşmüş halinin daha ilk kuşakta görünebileceğini söylüyordu. Ancak şunları da ekliyordu: "Deney bitkileri ne kadar az sayıda olur, atasal türlerindeki farklı özellikler ne kadar çok olursa, deney o kadar uzun sürecektir ve dahası bu türlerde bir, hatta iki kuşaklık gecikme sıklıkla meydana gelebilecektir."

Mendel *Pisum* deneyleri için çok sayıda bitki yetiştirmişti. Bu konuda şunları yazmıştı: "İki kuşak boyunca bütün deneyler oldukça çok sayıda bitkiyle yürütüldü. Ancak üçüncü kuşaktan başlayarak, yer darlığından bu sayıyı azaltmak zorunlu hale geldi. Yedi deneyden her



Mendel bezelye bıtkısı üstündekı çalışmalarına manastırın arazisindekı bu çıtle çevrılı bahçede başlamış.

birinde, ikinci kuşak bitkilerden sadece bir örnek izlenebildi. Gözlemler ise dört ila altı kuşak süresince yapıldı."

Bir biyoloğun hesabına göre Mendel *Pisum*'la yaptığı deneylerde 24 bine yakın bitki yetiştirdi. Mendel başka türden bitkilerle de deneyler yaptı. Örneğin *Phaseolus* cinsi fasulyelerden uzun saplı ve sarı kapçıklı bir çeşitle kısa saplı ve yeşil kapçıklı bir çeşidi çaprazladı. Elde ettiği sonuçlara göre yeşil kabuk ve uzun sapın baskın özellikler olduğunu ve çaprazlama sonuçlarının, "tıpkı *Pisum*'da olduğu gibi özelliklerin basit birleşimi yasasına göre belirlendiğini" bildirdi. Başka bir grup *Phaseolus* bitkisiyle yaptığı çaprazlama deneyi Mendel'e göre "kısmen başarılı" olmuştu. Çünkü bitkinin farklı türlerini çaprazlamıştı ve elde edilen melezlerin verimliliği düşüktü. Sonuçlar bitki biçimi bakımından *Pisum* yasalarına uyuyor ancak bitki rengi bakımından uymuyordu. Bu deneyde mordan beyaza çok geniş bir yelpazede çok sayıda renk elde etmişti.

Mendel başka bitki türleriyle de çok sayıda deney yaptı. Bunlar arasında ilk sırada, çevrede bol miktarda yetişen *Hieracium* bitkisinin çok sayıdaki çeşidiyle yaptığı deneyler geliyordu. Mendel'in bu bitkinin çeşitleriyle yaptığı deneylerin 22'den fazlasının kaydı bulunmaktadır. Bu deneylerden bazılarıyla ilgili olarak yayımladığı yazı ise, *Pisum* araştırması ün kazandıktan çok sonra bile fark edilmedi.

Mendel bilimsel dergilerde bazı makaleler yayımlamasına rağmen, *Pisum* dışındaki bitkilerle ilgili gözlemlerinin çoğunu sadece Alman bilim adamı Karl Nägeli'ye yazdığı mektuplarda açıkladı. İngiliz bilim adamı A. H. Sturtevant bu mektupların, yoğun bir faaliyetle deneyler yapan, buluşunun farkında olan ve bunu çok çeşitli biçimlerde sınayan bir adam portresi çizdiğini

söylemişti. Sturtevant'ın görüşüne göre, eğer Mendel bu ek bulgularını yayımlamış olsaydı, araştırmaları böylesine göz ardı edilmeyebilirdi.

Mendel bitkilerle deneyler yaparken bir yandan da öğretmen ve manastırın aktif bir üyesi olarak görevlerini yürütüyordu. Bitkiler üzerindeki araştırmalarını aynı şekilde sürdürmek istiyordu. Ama 1868 yılında bilimsel çalışmalarını ve yaşamını bütünüyle değiştiren bir olay meydana geldi.



Mendel başrahip seçildikten sonra şunları yazmıştı: "Mütevazı bir deneysel fizik öğretmeniyken kendimi birçok bakımdan bana yabancı bir dünyada buldum. Rahat hissedebilmem için zaman ve çaba gerekecek."

4.
BÖLÜM

Mendel Başrahip Oluyor

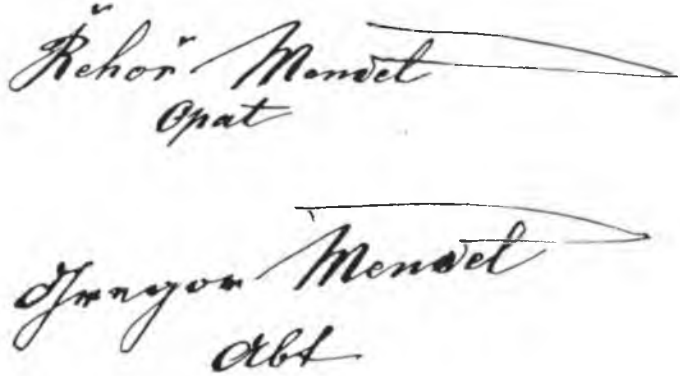
Mendel'in yaşamını değiştiren olay, Brno manastırı başrahibi Napp'ın 1868 yılı Mart ayındaki ölümü oldu. Mendel Nägeli'ye yazdığı mektupta şöyle diyordu: "İşlerimde hiç beklenmedik değişimler oldu. 30 Mart'ta, bağlı olduğum manastırın rahipler meclisi beni ömür boyu başrahipliğe layık gördü. Ancak bu durum, çok zevk aldığım melezleme deneylerini sürdürmekten beni alıkoyamayacak. Hatta yeni konumuma alıştıktan sonra bu işe daha çok zaman ayırabileceğimi bile umuyorum." Mendel, artık öğretmenlik yapmayacağı için, deneylerine daha çok zaman ayırabileceğini umuyordu.

Mendel başrahip olmayı istemişti. O sıralarda, küçük kız kardeşinin oğullarından birinin eğitim giderlerini karşılıyordu ve diğer iki yeğenini de ileride okutmak zorunda kalacaktı. Bu makamın sağlayacağı ek gelire ihtiyacı vardı. Ayrıca öğretmenliği bırakabilecekti ve bu da ona araştırmaları için daha fazla zaman sağlayacaktı. Başrahiplik seçiminden önce küçük kız kardeşinin ko-

casına yazdığı mektupta şöyle demişti: "Eğer ben seçilirsem ki bunu ummaya bile cesaret edemiyorum, gelecek pazartesi size telgrafla bildiririm. Telgraf gelmezse bilin ki başkası seçildi."

Yeni başrahibi manastırın mensupları oylamayla seçecekti. İlk iki tur oylamada kimse seçilemedi. Üçüncü turda, öteki güçlü adayın çekilmesi üzerine Mendel 12 oyla başrahip seçildi. 30 Mart 1868'de 46 yaşındayken başrahip oldu. Telgrafı kız kardeşine gönderdi.

Başrahiplik sadece dinsel açıdan önem taşımıyor, görevin etnik, ekonomik ve siyasi boyutları da bulunuyordu. Manastırdaki rahiplerin yarısı Alman, yarısı Çek asıllıydı. Brno'da ise bu iki etnik grup arasındaki gerginlik yıllardır tırmanmaktaydı. Polis de başrahip seçimini izleyerek, adları belirtilen üç Çek rahipten birinin seçilmesinin arzu edilir olmadığını yazıyla bildirmişti. Alman asıllı olan Mendel de Çekler desteklerini ona kaydırdıkları için seçilebilmişti. Mendel oyunu nezaket gereği, seçilme şansı olmayan Çek rahip Martin Klácel'e verdi. Klácel de son turda Mendel'e oy vermiş ve Mendel'in liberal görüşlerinden dolayı öteki adaylardan daha iyi bir başrahip olacağı inancıyla, kendi taraftarlarından bazılarını da ona oy vermeye ikna etmişti.



Başrahip Mendel'in Almanca ve Çekçe imzaları.



Üstünde Mendel'in resmi olan 1939 tarihli bir Polonya pulu. Önde gelen Alman bilim adamlarının yer aldığı bir dizinden.

Mendel başrahip olarak göreve başlar başlamaz bazı çapraşık ekonomik sorunlarla uğraşmak zorunda kaldı. Manastırı ilgilendiren önemli bir tartışma başlamak üzereydi. Mendel'in manastırından o zamana kadar hiç vergi alınmamıştı. Ama birden bire, Avusturya-Macaristan hükümeti Brno manastırından, cemaatteki rahiplerin maaşlarının ödenmesine katkıda bulunacak devlet yönetimindeki bir fona 34 bin gulden ödemesini talep etmişti. Mendel 12 sayfalık bir mektup yazarak manastırın zaten borç içinde yüzdüğünü, cemaatin nüfusunun da önceki yıllara göre dörtte üç oranında azaldığını, bu yüzden istenilen tutarı ödeyemeyeceklerini bildirdi. Kiliseyle diğer binaların ciddi bir onarımdan geçirilmesi gerektiğini, bunun için 30 bin guldene ihtiyaç duyduklarını anlattı. Ayrıca kamu hizmeti yaptıklarını belirterek bu nedenle kendilerinden vergi alınmaması gerektiğini yazdı. Manastır birçok eğitim kurumuna öğretmen gönderiyordu ve yerel hastanede çalışan iki rahip burada kaptıkları hastalıklardan ölmüştü. Mendel hükümete vergi olarak iki bin gulden ödemeyi önerdiyse de bu miktar çok az bulunarak kabul edilmedi. Bu tartışma yıllarca sürdü ve sorun ancak Mendel'in ölümünden sonra çözülebildi.

O sıralarda ayrıca dikkate alınması gereken siyasi değişiklikler de yaşanıyordu. 1867 yılında Hapsburg hanedanlığı Avusturya-Macaristan meşruti monarşisine dönüşmüştü. Bu sınırlı bir demokrasi demekti. Yeni hükümet bazı değişiklikler yapmaya başladı. Bunlardan biri de okulların sorumluluğunu Katolik Kilisesi'nden devle-

te devretmekti. Kilisenin ileri gelenleri buna karşı çıktı, ama Başrahip Mendel, devlet desteğinin okullar için yararlı olacağına inandığından başlangıçta bu değişikliği destekledi. Ancak kilisenin ileri gelenlerinin, bu tavrından hoşnut olmaması üzerine Mendel daha sonra geri adım attı.

Mendel siyasi faaliyetleriyle de tartışma yarattı. Avusturya-Macaristan'da yeni yönetim biçimine geçildiğinde ilk siyasi partiler de kurulmuştu. Devlet resmi olarak nüfusun çoğunluğunu oluşturan Alman ve Macar etnik gruplarına eşit haklar tanımıştı. (Yasada, aralarında Çeklerin de bulunduğu diğer etnik grupların haklarından ise söz edilmiyordu.) Siyasi partiler etnik kimliklere göre örgütlenmişti. Alman kökenlilerin çıkarlarını savunan parti, aynı zamanda Liberal Parti olarak da adlandırılan Alman Meşruti Partisi'ydi. Karşısında, Katolik Kilisesi'nin etkili olduğu Ulusal Muhafazakâr Parti yer alıyordu.

Mendel'den de Ulusal Muhafazakâr Parti'yi desteklemesi bekleniyordu. Ancak o, yerel mecliste Liberal Parti'den yana tutum alınca bu, şaşkınlık ve endişeyle karşılandı. Mendel, bir Muhafazakâr Parti üyesinin seçimine karşı çıkan Liberal Parti önergesini imzalayınca da Kilise'nin ileri gelenleri ile kendi manastırındaki Çek asıllı rahipler ona karşı düşmanca bir tavır aldılar. Bunun üzerine Mendel, siyasi görüşlerini dile getirmeye devam ettiyse de, daha sessiz kaldı. Liberal Parti'den parlamentoya aday olması önerilince de nazikçe geri çevirdi. Bununla birlikte, Liberal Parti'nin, Alman asıllılarla Çek asıllılara eşit haklar tanınması konusundaki politikasını desteklemeye devam etti. Mendel'in faaliyetleri sonunda ona, "örnek siyasi çalışmaları ve övgüye değer eğitmenliği"nden dolayı devletin Franz Joseph nişanını kazandırdı.



Mendel'ın meteoroloji gözlemleri sırasında kullandığı bir pusula. Viyana Meteoroloji Cemiyeti'nin üyesi olan Mendel bu alanda Brno ve Moravya'da en yetkin kişi olarak kabul ediliyordu.

1867'den sonra Mendel siyasi faaliyetleri ve açıklamaları konusunda çok daha ihtiyatlı davrandı. Çok sayıda ve farklı alanlardaki bilimsel alanlar üzerine yoğunlaştı. Bunlardan biri de meteorolojiydi ve Mendel ülkenin o bölgesinin en iyi meteorologlarından biri olarak ünlenmişti. Mendel meteorolojik gözlemlerine 1857 yılında manastırda, Philip Olexik adında bir doktorla başladı. Yakındaki bir şatonun kulesindeki bayrağı gözlemleyerek rüzgârın yönünü saptıyor ve bacalardan çıkan dumanın hızını gözlemleyerek de rüzgârın şiddetini hesaplıyordu. Yağış miktarı ile havadaki ozon düzeyinin kayıtlarını da tuttu. Oksijenin zararlı bir biçimi olan ozon, ürünlere zarar verme ihtimalinden dolayı Mendel'in ilgisini çekiyordu. Mendel 0'dan 100'e kadar on eşit aralığa bölünmüş bir cetvel üzerinde gösterdiği ozon yoğunluğunu sıvı azot iyodin ve nişasta eriyiğine batırılmış kâğıt üzerindeki renk değişikliklerine bakarak buluyordu.

Mendel havayla ilgili gözlemlerini 1862 yılında Avusturya-Macaristan Doğa Bilimleri Cemiyeti'nin dergisinde yayımladı. Verileri büyük boyutlu bir grafikte göstermişti. Grafikte gözlemlerin, sabah, öğle, akşam olmak üzere günlük değerleri, rüzgârın yönü, şiddeti ve bulutların kapladığı alanla ilgili beş günlük ortalamalar ve yine beş günlük yağış miktarı ortalamaları yer alıyordu. Yazının en dikkat çekici kısmı 15 yılın ortalamalarıyla yıllık gözlemler arasında yapılan karşılaştırmaydı. Mendel istatistik ilkelerini öteki meteorologlardan çok önce kullanmıştı. Bunlar bitki araştırmalarında uyguladığı istatistiksel çözümleme yöntemleriyle aynıydı. Daha son-

raları, bitkilerle ilgili çalışmalarında kullandığı istatistiksel çözümlemeyi meteoroloji çalışmaları sırasında öğrenip öğrenmediğini merak edenler oldu. Bu sorunun cevabı Mendel'in istatistik yöntemlerini fizik çalışmaları sırasında öğrendiği ve bu ilkeleri hem hava hem de bitkiler üzerindeki araştırmalarında uyguladığı şeklinde verilebilir.

Doğa Bilimleri Cemiyeti Mendel'in yazısından o kadar etkilenmişti ki, dağıtmak üzere fazladan 500 kopya bastırdı. O yıl bölgede meteorolojik gözlem noktaları ağı kurulduğunda da Mendel'in yazısı hem gözlemlerin zamanı, hem de kullanılan istatistiksel çözümleme bakımından elde edilen sonuçların yayımlanmasında temel alındı. Mendel'in meteorolojik araştırmalara duyduğu ilginin bir göstergesi de ölüm haberinde Viyana Meteoroloji Cemiyeti üyeliğinin, adından sonra gelen ilk sıfat olmasıydı. Bezelyeler ve başka melez bitkiler üzerindeki araştırmaları hakkında konferanslar verdiği Doğa Bilimleri Cemiyeti'nin üyesi olduğuna hiç yer verilmemişti.

Mendel, 13 Ekim 1870 tarihinde Brno'da meydana gelen hortum sırasında meteoroloji konusundaki deneyimini kullanma imkânı buldu. Hortum öğleden sonra saat ikide manastırı yalayıp geçerken Mendel açık bir pencereden olayı gözlemliyordu. Fırtınayla ilgili ayrıntılı gözlemlerini yazıya dökerek, önce Brno Doğa Bilimleri Cemiyeti'nin toplantısında okudu, ertesi yıl da cemiyetin dergisinde on sayfalık bir yazı yayımladı.

Yazının ilk bölümünde fırtınanın fiziki tanımına yer verilerek şöyle deniyordu: "Pencere pervazları ve kiremitlerin parçalanarak bazılarının kırılmış camlardan içeri girip odanın karşı tarafına uçtuğu cehennemi bir senfoni." Mendel ayrıca fırtınanın büyüklüğünü, hortumun dönüş yönünü ve Brno'dan geçiş hızını tahmin et-

mişti. Mendel'in, hortumun ortaya çıkışını ve izlediği yolu açıkladığı, matematiksel ve geometrik uslamlama yoluyla ayrıntılandırdığı bu yayını ün kazanmıştır. Mendel yazısını şakacı bir şekilde noktalar: "Böylece tehlikeli konuğumuzla ilgili tartışmanın sonuna geldik. Ama itiraf etmeliyiz ki bütün çabalarımıza rağmen havai bir varsayımın ötesine geçemedik."

Mendel havayla ilgili çalışmalarını en son 1870 yılında yayımladı ama aslında gözlemlerine devam etti. Ancak başka işlerle öyle meşguldü ki yayın yapamadı.

Mendel ayrıca, yeraltı sularının düzeyindeki değişikliklerle bazı salgın hastalıklar arasında bağlantı olduğuna ilişkin bir makale okuması üzerine uzun yıllar kuyulardaki su düzeylerini gözlemledi. 1865'ten 1881'e kadar manastırın kuyusunun su düzeyini izledi. Bu çalışmalarında herhangi bir sonuca ulaşmadıysa da çabaları, doğa olaylarıyla ilgili veri toplama ve bunlarda belli bir düzen olup olmadığını ortaya çıkarma tutkusunu yansıtmaktadır. Elde ettiği veriler çok sonra, genetik çalışmalarından dolayı ün kazanmasının ardından yayımlandı.

Mendel bunların yanı sıra, hevesli bir amatör gökbilimciydi. Meteoroloji araştırmaları ile gökbilim arasındaki bağlantı noktası güneş lekeleri, yani Güneş'in yüzeyinde gözlenen koyu renkli lekelerdi. Güneş lekeleriyle hava durumu arasında bağlantı olduğu fikri yeni ortaya atılmıştı. Mendel 1882 yılı Ocak ayından Kasım ayı sonuna kadar güneş lekeleriyle ilgili gözlemlerini titizlikle kaydetti. Ne var ki bu gözlemlerin ancak çok küçük bir bölümü günümüze ulaşabildi. Mendel'in gökbilim çalışmalarında ne kadar ilerlediği de bilinmiyor. Ancak teleskopu bugün elimizde ve Brno'da sergileniyor; ama bunun asıl nedeni Mendel'in kullandığı eşyalardan biri olması.

Mendel'in çoğu tarımla ilgili olan araştırmaları arasında arıcılık da vardı. O sıralarda, arıcılıkla uğraşanlar değişik ırktan arıları çaprazlayarak bal verimini artırmaya çalışıyorlardı. Brno'da 1854 yılında, Mendel'in selefi Başrahip Napp'ın çabalarıyla bir arıcılık birliği kurulmuş ve yine Napp'ın önderliğinde Brno'da 1865 yılında arıcılıkla ilgili ulusal bir kongre toplanmıştı.

Babası da bahçesinde arı yetiştiren Mendel konuya yabancı değildi. 1865'teki toplantıdan sonra Mendel manastırın bahçesinde içine arı kovanlarının yerleştirildiği bir arı evi yaptırdı. Bu bina bugün hâlâ ayaktadır. Mendel buradaki her kovanı numaralandırarak, ana arıların yerleştirilmesi, oğullar, arıların özellikleri ve başka öğeler hakkında kayıtlar tuttu. Yazılarında, "Her arıcının deney yapması gereklidir, çünkü başarılı sonuçlar elde etmenin tek yolu budur." demişti.

Mendel Kıbrıs, Mısır ve hatta Güney Amerika arılarını birbirleriyle çaprazlamıştı. Hedefleri arasında, bal üretim miktarını artırmanın yanı sıra bezelyeler üzerindeki çalışmalarının sonucu olan kalıtım kuramını doğrulamak da vardı. Perde ve kapılarla, çiftleşmeyi kontrol edebilmesini mümkün kılan ustalıklı bir kafes geliştirdi ve çiftleşmeleri en iyi nasıl denetleyebileceğini araştırdı. 20. yüzyılın arıcılık araştırmacılarının bulgularına çok benzer sonuçlar elde etti.

Mendel arıcılıkla ilgili önemli araştırmalarından birini Brno Teknoloji Enstitüsü'nde doğa tarihi öğretmeni olan Anton Tomaschek'le yaptı. *Trigona lineata* adı verilen bir tropikal arı türüyle çalıştılar. Mendel bu arılar için yeni ve özel bir kovan geliştirmişti. Arıların petekleri, üremeleri, çaprazlanmaları ve bal üretimi konularında yazdıkları makaleler zooloji dergilerinde yayımlandı. Dergilerden birinin editörü şunları yazmıştı: "*Tri-*



Mendel'ın manastırının bahçesindeki arı evi Orta Avrupa'nın ilk arı araştırma merkezi sayılabilir.

gona arılarının Avrupa iklimine alıştırılması konusunda Tomaschek'le Peder Mendel'in yaptığı deneylerin bilimden sonuç alınması yolunda çok başarılı olduğunu kabul etmeliyiz."

Mendel'in arılarla ilgili araştırma yapmasının bir nedeni de değişik ırktan balarılarını çaprazlayarak kendi kalıtım kuramını kanıtlamaktı. Bu melezlemeler için, bir anaarının başka bir ırktan erkek arıyla çiftleşmesine imkân verecek özel bir kafes yaptı. Mendel'i 1879 yılında ziyaret eden Macar arı yetiştiricisi Franz Kuehne gördükleriyle ilgili olarak bir yazı yazmıştı. Çiftleşme kafesini "çok zekice" şeklinde nitelendiren Kuehne, buna rağmen Mendel'in çiftleştirme deneyinin başarısız olduğunu belirtmişti. Anaarı kafesteki erkek arıların yanına yaklaşamadan ölmüştü. Mendel bu başarısızlığı şöyle açıklamıştı: "Çeşitli kovanların bal toplayan arıların indiği bölümlerinden alınan arılar daha önce serbestçe uçmanın zevkini tatmışlardı. Bu yüzden, kapalı

bir yerde, çiftleşme gibi önemli bir işe girişmekte istekli değillerdi."

Kuehne ziyaretinden sonra Mendel'le bağlantısını sürdürerek ona, daha sonraki deneylerin başarılı olup olmadığını soran bir mektup gönderdi. Mendel cevabında deneylerin yine başarısız olduğunu belirterek, "Geçen yıl sorun erkek arılardaydı, bu yıl ise anaarıda." diyordu. Mendel'e göre anaarı "ateşli âşıklarına tamamen ilgisiz kaldı ve sürekli kafesten kaçmaya çalıştı." Bu durumu, serbestçe uçmanın tadını alanın bu kez anaarı olduğu ve bunun için kapalı bir yerde çiftleşmeye yanaşmadığı şeklinde açıklıyordu.

Mendel yeni kafesler ve yeni anaarı-erkek arı çiftleriyle çiftleştirme çalışmalarını sürdürdü. Sonunda arıları çaprazlamayı başardı ve arı üreticiliği ile yetiştiriciliği konusunda uzman olarak kabul edildi.

Mendel bu çalışmalarından dolayı ulusal arıcılık birliğinin onursal üyesi oldu ve 1871 yılında da başkan yardımcısı seçildi. 1874'te kendisine başkanlık önerildi, ama o kabul etmedi. Bir süre sonra da, bitkilerle ilgili çalışmaları üzerinde yoğunlaşabilmek için arıcılık çalışmalarının büyük bir kısmına son verdi.

Mendel, yöredeki yetiştiricilerle birlikte çalışarak, çiçek özellikle de küpeçiçeği yetiştirilmesiyle ilgili birçok araştırma yaptı. Bitki yetiştiricisi Johann Twrdy'yle de çalıştı. Twrdy'nin kızı daha sonra, Mendel'le babasının çalışmalarla ilgili olarak sık sık bir araya geldiklerini, geniş kapsamlı sonuçlar elde etmek için bitkilerde yapay çaprazlama ve yapay seçilim uygulamak üzere işbirliği yaptıklarını yazmıştı. Mendel'in Twrdy'lerin bahçesini sık sık ziyaret ettiğini belirtiyordu.

Twrdy bir malikânede bahçıvanken daha sonra Avrupa'nın en tanınmış çiçek yetiştiricilerinden biri olmuştu.

Yetiştirdiği yeni çiçek çeşitlerine çoğu Galileo ve Alexander von Humboldt gibi bilim adamları olmak üzere ünlü kişilerin adlarını veriyordu. Katkılarından dolayı Mendel'i takdir ettiğini göstermek için de, 1882 yılında yeni bir küpeçiçeği çeşidine onun adını verdi. "Piskopos Mendel" adını taşıyan bu çiçeğin çok büyük, "rengi uçuk maviden mora doğru koyulaşan, gösterişli, olağan yapıda, taç yaprakları ince, çok güzel ve erken çiçek açan" bir çeşit olduğu belirtilmişti. Bu çeşidin günümüze ulaşmadığı sanılıyor.

Ancak Mendel bitki yetiştiricisi olarak asıl meyve ağaçlarına ve üzüm asmasına ilgi duyuyordu. Manastırın bahçesinde 500'den fazla elma, armut ve kayısı fidanı yetiştirmişti. Mendel 1883 yılında, Viyana yakınlarındaki Hietzing'de yapılan Bahçıvanlar Birliği toplantısında yeni elma ve armut ağaçlarını sergilemiş, kendisine bir ödülle birliğin madalyası verilmişti. Mendel'in yarattığı bu yeni meyve ağacı çeşitleri 20. yüzyılda da birçok bahçede yetiştiriliyordu.

Mendel 1870 yılında Moravya ve Silezya Tarım Cemiyeti merkez komitesine seçildi. Üyeliği daha sonraki seçimlerde de devam etti ve 1872 yılında cemiyetin başkan yardımcısı oldu. Sonraki yıl resmen başkan vekilliğine getirildi. 1882 yılında başkanlık teklif edildiyse de bunu sağlık sorunlarını ileri sürerek geri çevirdi. Ölümüne yol açan hastalığı ortaya çıkıncaya kadar cemiyetin toplantılarına katılmaya devam etti.

Mendel aynı zamanda iyi bir yurttaştı. Doğum yeri olan Hyncice'de sık sık çıkan ve halkı daha da yoksullaştıran ve genellikle evsiz bırakan yangınlarla mücadele edebilmek için bir itfaiye birliği kurulmasını önererek gerekli araçların alımına katkı amacıyla manastırın kaynaklarından 1500 gulden sağlamayı önerdi. 1882 yılı

Haziran ayında önerisi kabul edilerek yangın söndürme pompaları Hyncice'ye getirildi. Mendel'e minnettar olan köylüler onu itfaiye birliğinin onursal üyesi yaptılar. Bu da onu çok memnun etti.

Mendel'in rahiplik göreviyle ilgili duygularını da, bir paskalya vaazı için hazırladığı, günümüze kadar ulaşan taslaktan çıkarabiliriz. Mendel bu metinde Hazreti İsa'nın çarmıha gerilip öldükten sonra dirildiğinde Mecdelli Meryem'e bahçıvan olarak göründüğüne dikkat çekiyor. Şöyle diyor: "Bahçıvan tohumları ya da fideleri önceden hazırlanmış toprağa eker ve diker. Tohumun büyüyebilmesi için toprağın fiziksel ve kimyasal bir etki yapması gerekir. Ancak bu yeterli değildir. Büyümenin gerçekleşmesi için bunlara güneşin ısısı ve ışığıyla yağmurun da eklenmesi gereklidir." Mendel, doğanın dünyasına ait bu görüntüyü, "doğaüstü yaşamın tohumunun, yani kutsayan lütfun insan ruhuna nasıl konulduğunu" göstermek için kullanmıştı. Mendel bir rahip olarak da, bitkilerle yaptığı çalışmalara göndermede bulunuyordu.

Mendel Hyncice'ye son kez 1873'te, yeğeni Alois Sturm'un nikâh törenini yönetmek üzere gitti. Yeğenleri Brno'yu ziyaret ettiklerinde dayılarına yakın olabilmek için manastırın karşısında bir oda kiralıyorlardı. Mendel onlarla satranç oynamaktan ve onlara çözümü zor satranç problemleri sormaktan hoşlanıyordu.

Böylece Başrahip Mendel'in yararlı ve verimli bir yaşamı oldu. Ara sıra bilimsel çalışmalarından bazılarıyla manastır dışındaki dünyanın dikkatini çekmeyi bile başardı. Ama en önemli araştırmasına, yani yeni bir bilim dalının temelini atacak ve ilkelerini oluşturacak olan kalıtımla ilgili çalışmalarına dünya hemen hemen hiç ilgi göstermedi. Ayrıca karıştığı etnik ve siyasi tartışmalar

da sağlığını etkilemeye başlamıştı. Sigara tiryakisi olmuştu ve içtiği sigaraların sayısı günde 20'yi buluyordu. Yeğenlerinden Alois Schindler, Mendel'in nabzının sık sık 120'nin üstüne çıktığını söylüyordu oysa normal bir nabız 100'ün epey altında olmalıydı.

Mendel son yıllarında genellikle yalnız bir yaşam sürdü. Viyana'ya gidip gelirken Brno'da mola veren yeğenlerinin ziyaretlerini dört gözle bekliyordu. 1883 yılında yazdığı mektupta yeğeninden, ailesinin bahçesindeki eski meyve ağaçlarından aşı getirmesini istiyordu. Böylece ağaçları manastırda yetiştirebilecekti. Bu, yazdığı son mektuplardan biri oldu.



Başrahip Gregor Mendel'in resmi arması. Ortadaki karenin sol üst köşesinde kendine simge olarak seçtiği küpeçiçeği görülüyor. Sağ alt köşedeyse Hıristiyan inanışına göre Tanrı'nın ölümsüzlüğünü ve sonsuzluğunu simgeleyen, Yunan alfabesinin ilk ve son harfleri alfa ile omega yer alıyor.

5.
BÖLÜM

Mendel'in Son Yılları

Mendel son yıllarını, Viyana'daki yeni hükümetle arasında sürüp giden anlaşmazlık yüzünden sıkıntılı geçirdi. Yeni yönetim 1875 yılında manastırların, mülklerinden dolayı vergi ödemelerini öngören bir yasayı kabul etmişti. Bu vergi Brno manastırı için yılda 7330 gulden olarak belirlenmişti. Ülkede bu vergiyi ödemeyi reddeden tek başrahip Mendel'di ve bu tutumunu ölünceye kadar sürdürdü. Bazıları onun bu tavrını onaylamıyordu. Cemaat üyeleri yasanın Mendel'in desteklediği liberal parti tarafından çıkarıldığına dikkat çekiyordu. Avukatlar bu savaşı hiçbir zaman kazanamayacağını söylüyorlardı. Ancak Mendel caymadı ve "inatçı rahip" olarak anılmaya başladı. 1877 yılında hükümete yaptığı bir başvuruda, bu mücadele yüzünden vaktinden önce saçlarının beyazladığını ve yaşlandığını yazmıştı. İnsanlar onu tuhaf bir kişi olarak görmeye başlamıştı. Bir avukat, hakkında şunları yazmıştı: "Her şeyden kuşkulanan ve kendini düşmanlar, hainler ve entrikacılarla çevrili sanan bir insan."

Mendel her şeye rağmen, vergiyi ödemeyi ölümüne kadar reddetti. Vergiyi getiren yasaya karşı son yazısını

1883 yılı Mayıs ayında yazmıştı. Haziran ayında yerel yönetim, Brno Piskoposuna, bu anlaşmazlığı sona erdirmek için bir şey yapıp yapamayacağını sordu ve vergi tutarının hatırı sayılır derecede indirilebileceğini ima etti. O sıralarda Mendel çok hastaydı ve manastırın parasal işlerini Ambrose Poye adında başka bir rahip yürütüyordu. Poye Mendel'in itirazını reddeden yazıyı ona göstermedi. Yazıyı, başrahibin ağır hasta olduğunu belirterek ve doktorun raporunu da ekleyerek yerel yönetime geri gönderdi. Raporda, Mendel'in durumu, "duygusal sıkıntı verecek her türlü durumdan kaçınılmasını ve kesin istirahati gerektiriyor." deniyordu. Poye Viyana'ya da istenilen vergi tutarına itirazda bulunan bir yazı gönderdi. Sonunda Mendel'in halefi vergiyi ödedi ama 1880'li yıllar için manastırdan vergi alınmadı.

Mendel'in Brno manastırı için yaptıklarının bir kısmı bugün hâlâ görülebilir. 1870 yılındaki hortum sırasında hasar gören rahiplerin meclis toplantı salonunun çatısı Mendel tarafından sadece onartılmakla kalmamış aynı zamanda tavan onun önerdiği resimlerle süslenmişti. Tavanın ortasında Aziz Augustinus'la annesi Azize Monica'nın portreleri yer alıyordu. Köşelerdeki resimler ise Mendel'in bilimsel meraklarını yansıtıyordu. Birinde meyve ağacının aşılanması, diğerinde meteorolojiyle ilgili araçlar, bir küre ve haritalar, üçüncü köşede eski ve yeni arı kovanları, dördüncüde ise tarımın koruyucusu Aziz Isidore'nin resmi yer alıyordu.

Mendel'in Brno manastırına yaptırdığı tavan resimlerinden ikisi. Bu sayfadakinde tarımın koruyucusu Aziz İsidore, yan sayfada yer alanda yeni ve eski arı kovanları görülüyor.





Yıllar sonra salon yenilendiğinde resimler kaldırılmıştı, ama rahiplerden biri, fotoğraflarını çekmeyi akıl etmişti. Sonraları Mendel'in ünü yayıldığında resimler yeniden yapıldı. Ziyaretçiler bugün hem bunları, hem de Mendel'in manastırın kütüphanesine yaptırdığı ve özgün şekliyle günümüze ulaşan resimleri görebilirler.

Başrahip Mendel ailesine bağlı bir insandı. Kız kardeşi Theresa'nın üç oğlunu Brno *Gymnasium*'unda okuttu. En büyükleri Johann'a Brno Teknik Üniversitesi'ndeki eğitimi süresince destek sağladı, diğer ikisine de Viyana'da tıp eğitimi görürlerken para yardımında bulundu. Mendel son mektuplarından birini, yeğeni iç hastalıkları konusunda ders veren doktor Alois Schindler'e yazmış ve onu mesleğiyle ilgili bir konuyu görüşmek üzere Brno'ya çağırmıştı. Bu konu Mendel'in böbrek rahatsızlığının tedavisiydi. Alois kendisine, yapılacak pek bir şey olmadığını söyledi. Alois daha sonra dayısının ölümünü soğukkanlılıkla, kaçınılmaz bir olay olarak görerek beklediğini anlatmıştı. Ancak Mendel'in ısrarla istediği bir şey vardı: Hastalığının iç yüzünün ortaya çıkarılması için ölümünden sonra kendisine otopsi yapılması.

Bu ayrıntılar uzun yıllar sonra, Mendel'in büyük bir bilim adamı olduğu anlaşılınca açıklandı. Birdenbire yarım yamalak anılar önem kazanmıştı.

Mendel'in yıllardır çektiği böbrek rahatsızlığı 1883 yılında şiddetlendi. O yaz Roznov kentindeki bir kaplıcaya gittiyse de pek faydasını göremedi. Sonbaharda



Mendel'in yeğeni Dr. Alois Schindler (soldaki) 1902 yılında dayısının yaşamöyküsünü kitaplaştırdı. Bilim adamları Mendel'in çalışmalarına ilgi duymaya başladıkça çeşitli ülkelerde yapılan birçok yayında bu kitap temel alındı.

manastırın bahçesine çıkamaz hale gelmişti. 20 Aralık'ta eski bir öğrencisine yazdığı mektupta meteorolojik gözlemlerini sürdüremediğini belirterek şöyle diyordu: "Bu dünyada bir daha görüşmemiz mümkün görünmediğinden, sana elveda demek istiyor ve meteoroloji tanrılarından seni kutsamalarını diliyorum." Mendel'in son mektubu yeğeni Alois Schindler'e yazdığı ve onu Brno'ya çağırdığı mektuptu. Alois Mendel'i ziyaret ettiğinde onun metanetle ölümü beklediğini, sağlığını tehdit eden durumlarda pek bir değişiklik olmadığını

gördü. Mendel'in durumu 4 Ocak 1884 günü ağırlaştı ve Mendel iki gün sonra da sabahın erken saatlerinde öldü.

Mendel'in ölüm nedeni kronik böbrek iltihabı ve aşırı kalp büyümesi olarak kayda geçti. Ölümüyle ilgili olarak bir Brnolu tarafından yazılan ve yakın zamanda ortaya çıkarılan bir tanıklık şöyle: "Mendel'in bakımıyla annem ve bir rahibe görevlendirilmişti. Bu yüzden Mendel'in son saatlerini annem sık sık anlatırdı. Başrahibin 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 şikayet 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."

Cenaze töreni 9 Ocak'ta yapıldı. Törene hükümet yetkilileri, Katolik Kilisesi'nden ve öteki dinlerden din adamları, ilgili bulunduğu birçok kurumun temsilcileri ve her zaman yardımlarına koştuğu yoksul insanlar katıldı. Törenden sonra cenazeye katılanlar tabutun ardından, Mendel'in defnedildiği Merkez Mezarlığı'na yürüdüler. Tabut burada mezarlığın manastıra ait bölümüne konuldu. Mendel'in mezarı bugün de aynı yerdedir.

Yerel gazetede Mendel için yayımlanan taziye yazısında şöyle deniyordu: "Ölümüyle yoksullar bir yardımseverden, insanlık da sıcak bir dost, doğa bilimlerine düşkün ve örnek bir rahip olan soylu kişilikli bir adamdan yoksun kaldı."

Manastırdaki rahiplerden Clemens Janetschek Mendel'in ardından yazdığı şiirde onu şöyle tanımlıyordu:

Nazik, cömert, herkese karşı sevecen,
hem kardeşimiz hem babamızdı bizim.
Çiçekleri sever, hukuku savunur,
adaletsizliğe karşı savaşırdı.
Sonunda yorgun düştü, ölümüne
yol açtı kalp yarası.

En uzun ölüm ilanı yörenin tarım cemiyeti tarafından verilmişti. Yazıda Mendel'in 1859 yılında "enfes sebzeler" yetiştirdiği ve yaptığı her şeyin "gerçek hayatta işe yarar" olduğu belirtiliyordu. Kısaca değinilen melezleme deneyleri "yeni bir çığır açtı" deniyordu. Yazıda şu görüşlere de yer veriliyordu: "Peder Gregor Mendel boş laflarla uğraşmaz, Moravya'nın tarımsal işlerinde her fırsatta ve her zaman etkin rol alır, bu konulara büyük ilgi gösterirdi."

Bugün baktığımızda yukarıdaki şiirde ve ölüm haberlerinde esas nokta gözden kaçırılmış gibi görünüyor. Mendel'in asıl önemli bilimsel çalışmasının üzerinde ölümünde de durulmamıştı. İnsanların gözünde Başrahip Mendel, bazı ilginç ama önemsiz bilimsel araştırmalar yapmış bir din adamıydı. Bir rahibin aktardığı, Mendel'in bilimsel çalışmalarıyla ilgili sözlerini hatırlatalım: "Bilimsel çalışmalarım bana büyük doyum sağladı. Bunların kısa zamanda tüm dünyada kabul göreceğinden eminim."

Eğer bu sözler o zaman şüpheyle karşılandıysa bunun sebebi doğru olamayacak kadar iddialı görünmesidir. Mendel'in değerinin bilineceği gün henüz gelmemişti. Bilimsel çalışmaları da dahil olmak üzere Mendel'in faaliyetlerini belirten ölüm haberlerinde, kalıtımla ilgili



Gregor Mendel Brno'daki Merkez Mezarlığı'nın manastıra ayrılmış bölümüne gömülmüştür.

bulgularından hiç söz edilmiyordu. Bu bulgular, yıllar sonra dünya onun göz ardı edilen çalışmalarını yavaşça fark etmeye başladığında, onunla ilgili her anıyı değerli kılacaktı. Mendel'in çalışmalarının ölümünden sonra yeniden keşfedilmesi de heyecan verici bir öykü oldu.

6.
BÖLÜM

Mendel Yeniden Keşfediliyor

Mendel'in çalışmaları ölümünden 30 yıl kadar sonra, birkaç yıllık bir süre içinde ve sadece bir değil üç kez, üç ayrı araştırmacı tarafından yeniden keşfedildi.

Neden bu kadar gecikilmişti? Brnolu biyolog Gregor Niessl, 1903 yılında Mendel'in bulgularının yaşadığı "çağın ruhu"na uymadığını yazmıştı. "Çalışmaları iyi biliniyordu ancak zamanın birbiriyle çatışan ve birbirini dışlayan görüşlerinin ortaya çıkardığı önyargılar yüzünden bilmezden geliniyordu." diyor Niessl. "Uzun yıllar süren ilişkimizden biliyorum ki Mendel, bitkilerle ilgili yayınlarının hemen fark edilmemesinden dolayı hayal kırıklığına uğramamıştı. O zamanlar yeni bitki formlarının oluşumunu açıklamak için neredeyse yalnızca, genel kabul gören Darwin'in hipotezlerine başvuruluyordu."

Mendel'le çalışmaları hakkında sık sık görüşen başka bir bitki yetiştiricisi de onun şu basit sözlerini aktarmıştı: "Bir gün beni anlayacaklar." Ne var ki, Mendel'in



Hugo de Vries'in 1920 yılında yayımlanan bitki çizimleri,
onun bitki türlerinde iç yapıyla dış görünüş arasındaki bağlantıya duyduğu ilgiyi gösteriyor.

fark edilmesindeki gecikme kendisinden de kaynaklanmış olabilir. Mendel yaşamının son yıllarında tanınmış bilim adamı Karl Nägeli'yle düzenli olarak yazışmıştı. Nägeli'ye yazdığı mektuplarda *Pisum* dışındaki bitki türleriyle yaptığı deneyleri ayrıntılı biçimde anlatmıştı. Bu mektupların hepsi birazcık değiştirilerek bilimsel birer makale olarak yayımlanabilirdi. Ama nedendir bilinmez Mendel bunları yayımlayarak çalışmalarının Avrupa'daki bilim çevreleri tarafından da öğrenilmesini sağlamak için hiç çaba göstermedi. Nägeli'ye yazdığı ilk mektuplardan birinde sadece yaptığı deneyi anlatmakla kalmamış bir paket de tohum göndererek onu da aynı deneyi yapmaya çağırmıştı. Ancak Nägeli bu çağrıya uymadı, Mendel de önerisini bir daha dile getirmedi.

Bir kez de, Heinrich Hoffmann adındaki bilim adamı 1869 yılında yayımladığı bilimsel bir makalede Mendel'in bitkilerle ilgili çalışmalarından söz etmişti. Melez bitkilerde kalıtımla ilgili Mendel yasaları hatalı anlatılmışsa da bu önemli bir göndermeydi. Bu durum Mendel'i Hoffman'ın hatasını düzeltmek için son deneylerinin sonuçlarını yayımlamaya itebilirdi. Ama bunu yapmadı. Kuramı, fark edilmek için ölümünden sonra 16 yıl, yani 1900 yılına kadar beklemek zorunda kaldı.

Uzun bir süreç olan Mendel'in çalışmalarının yeniden keşfi 1880'li yılların sonunda Hollandalı biyolog Hugo de Vries ile başladı. De Vries ucubeleşmiş bitki örnekleri toplayarak 1885 yılında az rastlanan bir devedikeniyle Mendel'inkilere benzer deneylere başladı. Daha sonra *Oenothera* bitkisiyle de deneyler yaptı.

Bu deneyler de Vries'i, bir organizmada yaşamı süresince çevrenin etkisiyle oluşan değişikliklerin sonraki kuşağa geçebildiği yolunda o zamanlar bilim çevrelerinde yaygın olan görüşü reddetmeye itti. De Vries buna



Hugo de Vries'in Robert Kaster tarafından mürekkepli kalemle yapılmış resmi. De Vries resmin altına Fransızca olarak şu sözleri yazıp imzalamış: "Yaşamdaki her olgunun dış etkenleri olduğu gibi iç etkenleri de vardır."

karşılık, canlı hücreler içindeki birimlerin kalıtımın bilgilerini taşıdığını söylüyordu.

De Vries, deneylerinden çıkardığı kalıtım kuramına "hücreiçi pangenez" adını verdi. Pangenez de Vries'in bulduğu bir terimdi. Pangen adını verdiği kalıtım birimlerinin, türlerde görülen değişikliklerin sorumlusu olduğunu söyledi. 1889 yılında yazdığı bir yazıda şöyle de-

mişti: "Değişkenliğin başlıca iki etkeni mevcut pangenler arasındaki sayısal ilişkinin değişmesi ve yeni pangen çeşitlerinin oluşumu olmalıdır."

De Vries'e göre, bir türe ait bir bireyin kalıtımın temel birimi olduğuna ilişkin var olan inanış yanlıştı. O, bu temel birimin pangenler olduğunu düşünüyordu. 1889 yılına gelindiğinde, de Vries'in özel olarak çaprazlanmış bitkilerin genetiği üzerindeki çalışmaları, ortaya çıkan sonuçların yüzdesi bakımından, Mendel'in yıllar önce bulduğuyla benzerdi. Örneğin, de Vries, *Lychnis vespertina* ile *Lychnis vespertina glabra* bitkilerinin çaprazlanması sonucu elde edilen 392 bitkinin ilk türün tüylü özelliğini taşıdığını, 144'ünün de ikinci türün pürüzsüz özelliğine sahip olduğunu bulmuştu. Bu ise Mendel'in daha önce ortaya koyduğu üçe bir oranına yakın bir sonuçtu.

1900 yılında bir arkadaşı de Vries'e üstüne şu notu eklediği bir makale göndermişti: "Melez bitkiler üzerinde çalıştığını biliyorum. O yüzden, elimde bulunan, Mendel diye birine ait orijinali 1865 yılında basılmış bu makalenin ilgini çekebileceğini düşündüm." De Vries daha sonraları bir yazısında Mendel'in makalesinden ancak deneylerinin çoğunu tamamladıktan ve metinde belirtilen ilkeleri ortaya çıkardıktan sonra haberdar olduğunu belirtmişti. Ancak bu iddia hakkında kuşkular ileri sürülmüştür. De Vries'in Mendel'in çalışmalarından oldukça erken haberdar olduğunu, ondan geniş ölçüde bilgi aktardığını ve bu bilginin de bilimsel raporlarını oluşturmasında önemli rol oynadığını gösteren belirtiler var.

De Vries'i ve çalışmalarını inceleyen bir bilim adamına göre, 1900'de *Pisum* makalesinin yeni baskısını görmek onu "çok rahatsız etmiş olmalı. (.....) Yazıyı inceledikten sonra sayısal ayrışma oranı fikrini kullanmaya karar verdi. Hemen daha önceki deneylerinden seçtiği verileri ya-

yımladı ve ancak o zaman 3:1'lik ayrışma oranından söz ederek Mendel'in baskın ve çekinik terimlerini kullandı."

De Vries 1900'de yayımladığı bir makalesinde, kendi bitki çaprazlama deneylerinden elde ettiği sonuçları açıklamak için Mendel'in çalışmalarına açıkça atıfta bulunmuştu. Kendi deneylerini anlattıktan sonra şöyle demişti: "Bunlardan ve birçok başka deneyden, Mendel'in bezelyelerde saptadığı melezlerdeki ayrışma ilkesinin bitki âleminin geneline de uygulanabileceği ve türlerin devamını sağlayan taşıyıcıları oluşturan birimlerin araştırılmasında da bu yasanın temel öneme sahip olduğu sonucunu çıkarıyorum."

Mendel'in çalışmalarının yeniden keşfinde adı anılan ikinci bir bilim adamı da tanınmış Alman botanikçi Karl Correns'ti. Correns mısır ve bezelye bitkilerinde özelliklerin kalıtımı üzerinde çalışmalar yapıyordu. 1899 yılı içerisinde yaptığı araştırmalarda, baskın ve çekinik özelliklerle ilgili olarak kendisinin de üçe bir oranını bulduğunu ancak kesin bir tarih veremeyeceğini söylemişti. Bilinen şu ki, Correns 1900'de, Mendel'in çalışmalarına atıfta bulunan de Vries'in makalesini okumuş ve hemen ardından "Değişken Melezlerin Döllerinin Davranışına İlişkin G. Mendel Yasası" başlıklı kendi makalesini yayımlamıştır. Correns ayrıca, Mendel'in yazısının "melez bitkiler üstüne şimdiye kadar yazılanların en iyilerinden biri" olduğunu belirtmişti. Bununla birlikte 3:1 oranını Mendel'in çalışmalarından haberdar olmadan önce keşfettiğini söylemişti. Daha sonra bir yazısında şöyle demişti: "Sabaha karşı yatağımda uyanık yatar ve elde ettiğim sonuçları kafamdan geçirirken bu fikir beynimde şimşek gibi çaktı. Mendel'in çalışmalarını ilk kez ne zaman okuduğumu tam olarak bilmiyorsam da bundan birkaç hafta sonraydı." Mendel'in kuramının

MENDEL HİLE YAPTI MI?

Mendel'in yayımladığı sayıların kuramına uygun olması için deney sonuçları üzerinde oynadığı iddiası saygın bir İngiliz bilim adamı olan Sir Ronald Fisher tarafından ortaya atıldı. Fisher kuşkularını ilk kez üniversitedeyken dile getirmişti. 1911 yılında, Mendel'in *Pisum* makalesindeki istatistikleri hakkında şunları yazmıştı: "Mendel belki sadece şanslıydı. Ya da belki değerli Alman başrahip hata payı diye bir şey bilmediği için, kasıtsız olarak durumu kuşkulu olan bitkileri bir tarafa ayırmıştı ve bu da kuramını desteklemişti." Fisher'in suçlaması uzun yıllar dikkat çekmedi. Ama Fisher'in 1936 yılında bir dergide, iddiasını ayrıntılarıyla ortaya koyduğu makalesini yayımlamasından sonra geniş çaplı bir tartışma başladı.



Sir Ronald Fisher'in 1943 yılında çekilmiş bir fotoğrafı.

Fisher, Mendel'in baskın ve çekinik özelliklerin ortaya çıkışını araştırmak üzere ilk kuşak bitkileri çaprazladığı deneylerini ayrıntılı olarak inceledi. Yaptığı ayrıntılı istatistiksel çalışma sonunda, Mendel'in, yayımladığı sayıları rastlantıyla elde etmiş olma olasılığının sadece 30.000'de 1 olduğu sonucuna vardı.

Bazı bilim adamları da Fisher'i desteklediler. Amerikalı bilim adamı R. S. Root-Bernstein Mendel'in sonuçlarının "istatistiksel olarak olası görünmediğini" yazdı. Bunların Mendel'in bulgularını desteklemekte değil, sadece onun sınıflandırma yöntemi için ipucu olarak kullanılabileceğini söyledi.

Ancak genetikçilerin çoğu Mendel'in yanında yer aldı. Mendel'in bulgularını değerlendiren 15 kadar makale yayımlayan Amerikalı genetikçi Francis Weiling, Fisher'in incelemelerinde yanlış matematiksel yöntemler kullandığı sonucuna varmıştı. Weiling'e göre eğer uygun yöntem kullanılmış olsaydı Mendel'in bulgularına ve dürüstlüğüne kimse söz edemeyecekti. Diğer taraftan Fisher'in öğrencisi A. W. F. Edwards ise 1980'li yıllarda yazdığı bir yazıda, Fisher'in kuş-

kularını kötü bir şekilde dile getirmesinin bulgularının doğruluğunu değiştirmeyeceğini, Mendel'in elde ettiği sonuçların doğru olamayacak kadar mükemmel olduğunu söylüyordu. Edwards'a göre Mendel'in sayıları rastlantı belirlese olacağından daha çok kendi beklentilerine yakındı.

Mendel in bulguları çarpıcıydı. Deneylerden birinde 5474 düzgün taneye karşılık 1850 buruşuk tane elde edilmişti ki burada oran 2,96'ya 1'di. Başka bir deneyde de Mendel 6002 sarı taneye karşılık 2001 yeşil tane saymıştı ve oran 3,01'e 1'di. Fisher ve onun gibi düşünenler bu sayıların, gerçek hayatta rastlantı sonucu ortaya çıkamayacak kadar beklentiye uygun olduğunu söylüyorlardı.

Tartışmaya siyaset ve ideoloji de karıştı. Sovyetler Birliği ve onun güdümündeki ülkelerde bazı biyologlar, komünizmin birkaç kuşak içinde, Darwin'e ve Mendel'e rağmen daha iyi bir insan nesli yaratabileceğini savunan Sovyet sahtebilimcisi Trofim Lisenko'ya destek çıkmak için Mendel'e saldırıya giriştiler. Sovyetler Birliği dağılınca bu saldırılar da son buldu.

Günümüzde, Amerikalı genetikçi Sewall Wright'ın uzun bir araştırma sonunda vardığı sonucu hemen hemen hiç kimse tartışmamaktadır: "Sonuçlarda hile yapılması yolunda kasıtlı bir çaba yoktur."

Fisher ise iddialarını hiçbir zaman geri almasa da sonunda, Brnolu başrahibin hakkını şu sözlerle kendince vermiştir: "1900 yılındaki mevcut veriler, Mendel'in katkısının biyoloji tarihinin en büyük deneysel ilerlemelerinden biri olarak tescil edilmesi için en azından yeterlidir."

genelleştirilmesinde Correns tek özellik için 3:1 oranını belirtmekle kalmayıp, Mendel'den sonra çoklu özellikler için 9:3:3:1 oranını da veren ilk kişi oldu.

Mendel yasalarının yeniden keşfiyle ilgili görülen üçüncü bilim adamı, Viyana'da araştırmalar yapan Erich Tschermak von Seysenegg'di. Tschermak 1898 yılında Viyana yakınlarındaki bir çiftlikte bezelyeler üzerinde deneylere başladı. Tschermak'ın Avusturya'da yayımlanan bir bilim dergisinde 1900'de çıkan yazısında bezelye bitkileriyle yaptığı çaprazlama çalışmaları sonucunda 1854 sarı taneli bezelyeye karşılık 660 yeşil taneli bitki üreterek 2,8'e 1 oranını elde ettiği, 884 düzgün taneli bitkiye karşılık 288 buruşuk taneli bitkiyle de 3,1'e 1 oranına ulaştığı belirtilmişti. Tschermak'ın Mendel'in bulgularına yazısında değinmesine rağmen, bunların ne kadarını yeniden keşfettiği, ne kadarını çaldığı konusuysa hâlâ tartışılıyor.

Bununla birlikte, Mendel'in ilkelerinin yeniden keşfi, sanılabileceği gibi basit ve dolaysız olmadı. Örneğin 1901 yılında de Vries başka bir bilim adamına şunları yazmıştı: "Şu anda kitabımın çaprazlamayla ilgili ikinci bölümünü yazıyorum ve giderek daha iyi anlıyorum ki Mendelcilik çaprazlamanın genel yasaları için bir istisnadır. Kesinlikle tek yasa değildir. Sadece türe ait gerçek özellikler gibi sıra dışı durumlarda geçerli görünmektedir."

Correns'e gelince, o da daha sonraları bir yazısında şöyle demişti: "Mendel yasaları sadece bazı durumlarda uygulanabilir. (.....) Bütün melezlerde her bir çiftin bunlara uyduğunu söylemek mümkün değildir."

Tschermak da aynı ölçüde ihtiyatlıydı. Bir yazısında bazı "eksiklik ve güçlüklerin" Mendel planının "genel geçerliliğini" bozduğunu söylemişti. Dolayısıyla Tschermak'ın Mendel'in yeniden keşfindeki rolü küçüktü.

Daha sonra yapılan incelemeler Mendel'i yeniden keşfeden bu üç kişinin çalışmalarını tartışmaya açıyordu. 1900'de yapılan bir inceleme, bu üç araştırmacıdan hiçbirinin çiftler halindeki, birbirinden bağımsız özelliklerin hücrelerdeki öğeler ya da genler tarafından kontrol edildiği ve döle, matematiksel bir ilişkiyle (ünlü 3'e 1 oranıyla) aktarıldığı düşüncesine ulaşamadığını gösteriyor. 1980'li yıllarda yapılan çalışmalarda de Vries, Correns ve Tschermak'ın başlangıçta Mendel'in açıklamasının sadece bir kısmını kabul ettiklerini ve sonraları çalışmalarını sürdürdükçe aşamalı olarak tamamını benimsediklerini ortaya koydu. Mendel ölümünden 30 yıl sonra bile genetikle ilgilenen önde gelen bilim adamlarının ilerisindeydi.

Mendel'in çalışmalarıyla ilgili son yorum, "onu yeniden keşfedenler"in, makalesini okuduktan sonra kendi yöntemlerini gözden geçirip düzelttikleri ve hepsinden önemlisi, elde ettikleri sonuçları Mendel'in yöntemlerini dikkate alarak yorumladıkları şeklindedir. Bir araştırmacı Mendel'in gözlemlerinin ve çözümleme yöntemlerinin yeni ve anlaşılması zor olduğunu, bunlarla melezleme konusundaki alışılmış düşünce kalıpları arasında kolayca bağlantı kurulamadığını belirtmiştir.

1910 yılında İngiliz bilim adamı D. J. Scourfield yukarıda anlattığımız üç kişinin çalışmaları ve Mendel'in makalesinin keşfiyle ilgili son bulguları şöyle özetlemişti: "O eski yazıyı okuduklarında çalışmaları boyunca bir türlü çözemedikleri bilmecenin anahtarının aslında orada saklı olduğunu fark edince ne kadar şaşırdıklarını tahmin edebiliriz. Keşiflerini duyurmakta zaman kaybetmediler ve böylece kalıtım araştırmaları açısından Mendel çağı olarak adlandırılabilecek bir dönem başlamış oldu."



Bir bitkideki hücre bölünmesinin mikroskopla çekilmiş fotoğrafı. Ortadaki hücrede genetik malzemenin

7.

BÖLÜM

Mendel'in Mirası



Genetikle ilgili ilk uluslararası kongre 1906 yılında Londra'da yapıldı. Aslında bu bilim dalına adı da bu kongrede verildi. İngiliz botanikçi William Bateson, bitki üretimi ve melezlenmesiyle ilgili yeni fikirlerin yeni bir bilim dalının doğuşuna yol açtığını belirterek bu dala *genesis** sözcüğünden türettiği genetik adının verilmesini istedi. Bateson, yeni bilim dalının adı, "çalışmalarımızın kalıtım ve farklılaşma olgusunu açıklamaya yönelik olduğunu yeterince ortaya koyuyor." dedi.

O tarihte, insanlarda görülen bir genetik hastalıkla ve bu hastalığın kalıtımıyla ilgili ilk tanım yapılmıştı. 1902 yılında İngiliz doktor Archibald Garrod, belirtisi hastanın idrarının havayla temas ettiğinde siyaha dönüşmesi olan alkaptonüri hastalığıyla ile ilgili gözlemlerini yayımlamıştı. Garrod, hastalığın kalıtımını çeşitli ailelerde birkaç kuşak boyunca izlemiş ve bunun "Mendelci çekinik bir özellik" (terim Mendel'e ait değildi) olarak aktarıldığını yazmıştı. Böylece insanlarda bir özelliğin Mendel yasalarıyla aktarılması ilk kez ortaya konuyordu.

* Genesis: (Yunanca kökenden Latince) doğuş, yaratılış. (ç.n.)



Sir Archibald Garrod insanlarda hastalıkların kalıtımını açıklamak için Mendel'in kuramlarını genişletip kullandı.

Garrod alkaptonürinin genetik işleyişini şöyle açıklamıştı: Bir metabolizma yolu üzerinde, yani vücudun temel işlevlerini yerine getiren bir dizi kimyasal değişim sırasında, belirli bir adımda tıkanıklık meydana gelmesi. Bu duruma bugün de kullanılmakta olan "doğuştan gelen metabolizma bozukluğu" adını vermişti. Garrod, aralarında sistinüri (safra kesesinde aşırı miktarda taş oluşmasına yol açan bir hastalık) ile derinin renksiz olmasına yol açan albinizmin de yer aldığı doğuştan gelen başka bazı metabolizma bozukluklarını da tanımladı. 1990 yılına gelindiğinde mutasyonları metabolizma hastalıklarıyla bağlantılı olan 5000'den fazla genin tanımı yapılmıştı. Keşif çalışmaları bugün de devam ediyor.

Başından beri cevap bekleyen soru şuydu: Mendel'in "öğeleri" tam olarak nedir? Bu soruya, hücrenin bazı bölümlerince emilen ancak diğer bölümlerince emilmeyen boyalar kullanarak canlı hücrelerdeki süreçleri keşfeden Alman biyolog Walther Flemming 1879 yılında kısmen cevap buldu. Flemming özellikle, genellikle hücrenin ortasına yakın bir yerde yer alan, zarla kaplı bir bölüm olan hücre çekirdeğini incelemişti. Kullandığı boyaların hücre çekirdeğindeki bir madde tarafından emildiğini fark eden Flemming bu maddeye Yunancada renk anlamına gelen sözcükten esinlenerek kromatin adını verdi. Yaşam çevrimlerinin farklı aşamalarındaki hücrelerle yaptığı deneylerde olağandışı bir dizi olaya tanıklık etti.

Önce kromatin ipliksi cisimler şeklinde toplanıyor, daha sonra hücre çekirdeğinin zarı çözünüyordu. Ardından Flemming'in, yıldıza benzer şeklinden dolayı "aster" adını verdiği bir cisim oluşuyordu. Aster ikiye bölünüyor ve bunların her biri hücrenin bir kutbuna gidiyordu. Bu iki aster parçasından çıkan ipliksi uzantılar kromatin iplikçiklerine yapışarak yavaşça kromatini bölüyordu. Flemming'in kromozom adını verdiği (yine Yunancada renk anlamına gelen sözcükten) bu iplikçikler kısa sürede hücrenin kutuplarına toplanıyorlardı. Ardından ortada bir duvar oluşuyor ve hücre ikiye bölünüyordu. Bu iki yeni hücrede kromozomların çevresinde yeni çekirdekler oluşuyordu. Bu sürecin sonunda iki hücrenin her birinde tam birer kromozom dizisi bulunuyordu.

1902 yılına kadar kimse Flemming'in gözlemlerine bir anlam veremedi. Bu tarihte Amerikalı bilim adamı Walter S. Sutton, Flemming'in kromozomlarıyla Mendel'in öğeleri ya da genleri arasında birçok ortak nokta bulunduğunu ileri sürdü. Her ikisi de kuşaktan kuşağa akta-

rılıyordu. Üreme hücreleri olan sperma ve yumurta üzerinde yapılan araştırmalar her ikisinin çekirdeklerinde tam bir kromozom dizisinin yarısının bulunduğunu ortaya koymuştu. Sperma ile yumurta birleştiğinde tek çekirdekli ve iki dizi kromozomu bulunan bir hücre oluşuyordu. Bu da Mendel'in, bitki ya da hayvan her bireyin annesinden ve babasından birer dizi gen aldığı yolundaki gözlemiyle uyuşuyordu.

Kromozomların gen olduğunu söylemek ise zordu, çünkü sayıları azdı. Örneğin meyve sineğinde sadece sekiz (dört çift halinde), insanda da sadece 46 (23 çift halinde) kromozom vardı. Meyve sineğinde, insanda ya da herhangi bir organizmada bundan çok daha fazla sayıda gen bulunduğu ise açıktı.

Soruna çözüm bulan, Amerikalı Thomas Hunt Morgan oldu. Morgan, bilimsel adı *Drosophila* olan meyve sineği üzerinde araştırmalar yaptı. Başlangıçta laboratuvarındaki bütün sinekler kırmızı gözlüydü. Ancak bir gün kafeslerden birinde beyaz gözlü bir sinek ortaya çıktı. Morgan erkek olan beyaz gözlü sinekle kırmızı gözlü bir dişiyi çiftleştirdi. Kısa süre sonra bir sürü kırmızı gözlü yavru ortaya çıktı, ama beyaz gözlü hiç yoktu. Bu, beyaz gözle ilgili genin çekinik olduğunu gösteriyordu. Morgan, Mendel'in örneğini izleyerek kırmızı gözlü yavruları birbiriyle çiftleştirdi ve büyük bir sürprizle karşılaştı.

Sürpriz kırmızı gözlü sineklerin beyaz gözlülere oranı değildi, çünkü bu, Mendel yasalarından beklenebileceği gibi üçe birdi. Sürpriz bütün dişilerin kırmızı gözlü olması ve beyaz gözlü olanların da hepsinin erkek olmasıydı. Mendel'in yasaları bu duruma bir açıklama getirmemişti.

Morgan cevabı buldu: Kırmızı gözü belirleyen genle dişi cinsiyet geninin aynı kromozom üzerinde yer aldığı

savını ileri sürdü. Kromozomları mikroskopla inceleyen Morgan, dört çiftten sadece üçünün aynı boyutlarda olduğunu gördü. Dördüncü çiftteki iki kromozom dişilerde birbirinin aynıyken erkeklerde kromozomlardan biri diğerine göre belirgin biçimde küçüktü. Bir küçük ve bir normal büyüklükte kromozom bulunduğunda erkek, iki normal büyüklükte kromozom bulunduğundaysa dişi oluyordu. Bugün biliyoruz ki meyve sineği için geçerli olan, erkek ve dişi cinsiyet organlarının farklı olduğu bütün türler için de geçerlidir. Biçimlerinden dolayı, normal büyüklükteki cinsiyet kromozomuna X kromozomu, sadece erkeklerde bulunan daha küçük olana ise Y kromozomu denmiştir.



Thomas Hunt Morgan, kromozomların belli noktalarında belli özelliklerle ilgili genlerin varlığına ilişkin buluşlarından dolayı Nobel Ödülü kazandı.

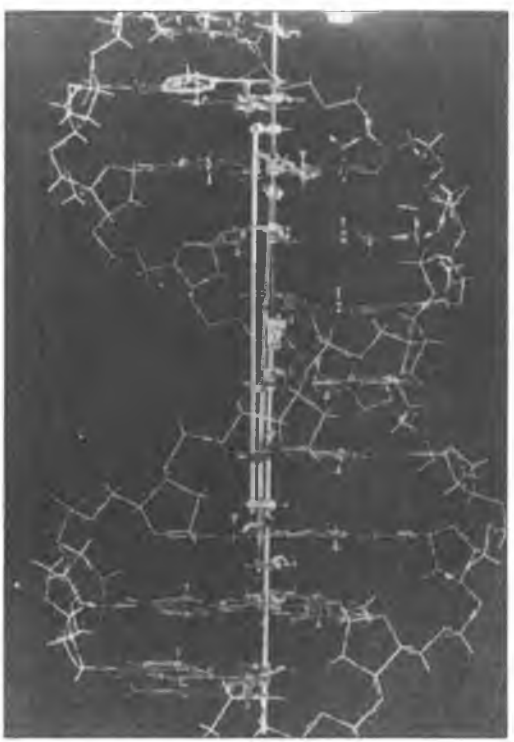
Bundan sonra sorulması gereken soru ise şuydu: Kromozomları oluşturan madde nedir? Biyologların çoğu bunun protein olması gerektiğini düşünüyordu. Çünkü vücudun temel işlevlerinden birçoğunu protein molekülleri yerine getiriyordu. (Protein, aminoasit adı verilen alt birimlerin oluşturduğu bir zincirdir.) Ancak New York'taki Columbia Üniversitesi'nden, Oswald Avery başkanlığındaki bir ekip, kromozomların protein olmadığını kanıtladı.

Avery, zatürreeye yol açan pnömokok bakterisi üzerinde araştırma yaptı. Pnömokok, düzgün (S) ve pürüzlü (R) olmak üzere iki şekilde görülür. R şekli zararsızken, S şekli ölümcül bir hastalığa yol açar. 1928 yılında İngiliz bilim adamı Frederick Griffith, R şekli bakteri-

nin bir çeşidinin, S şeklinden ölü bir çeşidi öldürücü bir hale dönüştürebileceğini bildirdi. Avery ve çalışma arkadaşları, bu dönüşümü sağlayan etkeni bulmak için işe koyuldular. Pnömokok bakterisini laboratuvarda çoğalttılar ve içindeki şeker ve proteinleri ayırdılar. Çünkü, yıllarca önce Almanya'da çalışan İsviçreli bilim adamı Johann Miescher'in bulduğu farklı bir tür molekülü incelemek istiyorlardı.

Miescher, hücre çekirdeğini incelerken, fosfor bakımından zengin büyük moleküllü yeni bir bileşik ayrıştırmış ve buna nüklein adını vermişti. Bu, protein ile nükleik asit olarak adlandırılan başka bir bileşenden oluşuyordu. 20. yüzyılın başlarında nükleik asidin üç bileşeni belirlenmişti. Bunlardan biri riboz adı verilen bir şekerdi ve beş karbon atomundan oluşan bir zinciri vardı. (Toz şekerin 12 karbon atomundan oluşan iki zinciri vardır.) İkinci bileşen bir fosfattı ve ortada bir fosfor atomu ve onu çevreleyen dört oksijen atomundan oluşuyordu.

Watson ve Crick'in, bir DNA molekülünün iki iplikçiğinin dolanışını gösteren ikili sarmal maketi.



Üçüncü bileşen ise baz olarak etki yapan organik bir bileşikti. Yüzyılın başlarında, bileşimleri biraz farklı beş baz tanımlanmıştı: adenin, guanin, sitozin, timin ve urasil. Bir birim nükleik asit bir şeker, bir fosfat ve bir bazdan oluşur.

Çok geçmeden iki çeşit nükleik asit bulunduğu anlaşıldı. Bunlardan biri eksiksiz bir riboz ünitesi içeriyordu ve ribonükleik asit



Francis Crick (solda) ile James Watson bir yürüyüş sırasında. Arkada Cambridge-deki King's College kilisesi.

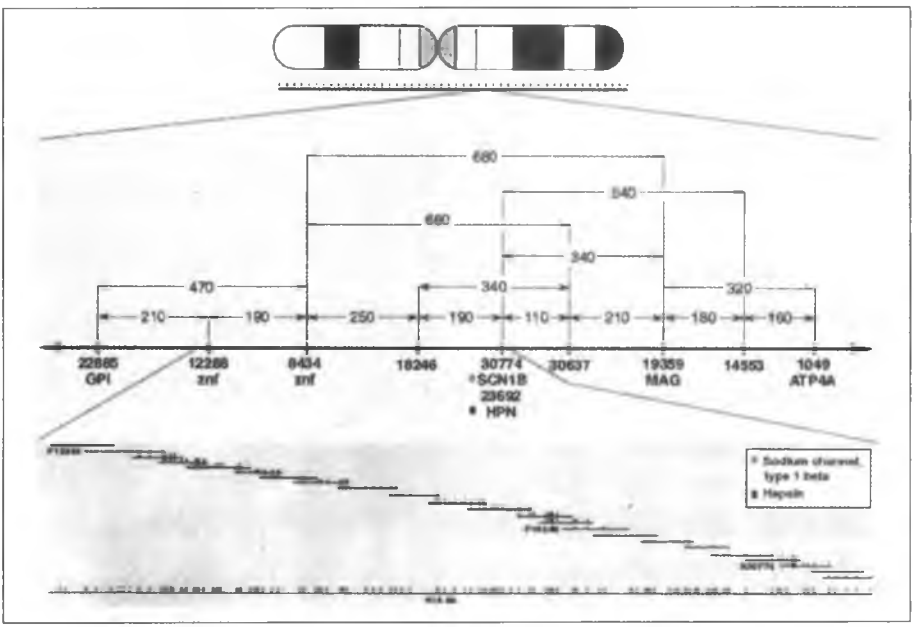
ya da RNA olarak adlandırılmıştı. Ribozunda bir oksijen atomu az olanaysa deoksiribonükleik asit (DNA) adı verilmişti. DNA, bazlarının arasında timinin bulunması ve urasilin yer almamasıyla da RNA'dan ayrılıyordu. Avery ve çalışma arkadaşları bir organizmanın genetiğini kontrol eden aktarım öğesinin DNA olduğunu belirlediler. Ancak birçok biyoloğun DNA kuramına karşı çıkması yüzünden Avery'nin bulgularını yayımlama konusunda ihtiyatlı davranması gerekti. Ama sonunda bulgular ortaya kondu ve kabul edildi.

DNA genetik bilgiyi nasıl aktarır? Bu sorunun cevabı başta İngiliz Francis Crick ve Amerikalı James Watson olmak üzere, DNA'nın temel yapısını keşfeden bir grup bilim adamı tarafından verildi. Bu yapı, ikili sarmal şeklinde birbirinin etrafında dönen iki uzun zincir-

İNSAN GENOMU PROJESİ

İnsan Genomu Projesi Gregor Mendel'in başlattığı çalışmaların son hedefidir. Amacı, insan kromozomlarındaki bazların dizilişini tam olarak ortaya çıkarmak ve bu kromozomlardaki bütün genlerin yerini belirlemektir.

Genom projesi 1980'li yılların ortalarında iki bilim adamının, Santa Cruz'daki Kaliforniya Üniversitesi'nden Robert Sinsheimer ile Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bakanlığı Sağlık ve Çevre Dairesi Başkanı Charles DeLisi'nin girişimleriyle doğdu. Sinsheimer, "Tarihte ilk kez canlı bir yaratık, kökenini öğrenmiştir ve geleceğini şekillendirmek için de işe koyulabilir." diyerek, Santa Cruz'da insan genomu üzerinde kapsamlı bir proje başlatılmasını önerdi. Geçmişinde atom bombasının geliştirildiği Manhattan Projesi de bulunan Enerji Bakanlığı, uzun süredir, radyasyonun biyolojik etkileri ve özellikle genetik mutasyon üzerine yapılan araştırmalara destek sağlıyordu. Genlerle kromozomları oluşturan DNA dizilerinin toplandığı bir veri merkezi olan GenBank'ı destekliyordu. DeLisi, bu programın insan genomundaki baz dizilişini eksiksiz olarak belirlemek için genişletilmesini önerdi.



İnsan hücresindeki 19. kromozomun metrik fiziki haritası. Bu, bilim adamlarının DNA bazlarının dizilişini ortaya koymak için kullandığı birçok çizim yönteminden bir tanesi.

1985 yılında Sinsheimer Santa Cruz'da insan genomu projesiyle ilgili bir toplantı yaparken DeLisi de 1986'da Los Alamos'ta aynı konuyla ilgili bir çalışma grubu topladı. Her ikisinin de projeleri yeni geliştirilmiş rekombinant DNA teknolojisini temel alıyordu. Bu yöntemde bir DNA parçası genomdan kesilerek başka bir parçaya ekleniyordu. Kesme işlemi, kısıtlama (restriksiyon) enzimleri adı verilen proteinler tarafından yapılıyor, bunlar DNA zincirini belli baz çiftlerinin yer aldığı noktadan koparıyordu. Rekombinant DNA genleri ayırmak ve işlevlerini belirlemek için de kullanılabiliyordu. 1980'li yıllarda Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nde geliştirilen başka bir teknolojiyle de DNA bazlarının dizilişini belirleme işi otomatikleştirildi.

Kısıtlama enzimleri farklı bireylerden alınan DNA parçalarından oluşan "işaretler" yapmak için de kullanılabilir, çünkü aynı kromozomlardan alınan bu parçaların boyları her bireyde farklıdır. RFLP (*restriction fragment length polymorphisms*) ya da riflip olarak da adlandırılan bu DNA parçalarındaki boy farklılıkları herhangi bir genin haritalanmasını mümkün kılan genetik işaretlerin yapısal çerçevesini oluşturur. Sinsheimer ile DeLisi'nin önerilerini ortaya koyduğu 1980'li yılların ortalarında 1500 insan geninin şifrelenmesi tamamlanmıştı.

DeLisi'nin beş yıllık bir genom projesi önermesi üzerine 1987 yılında Enerji Bakanlığı Ulusal Laboratuvarları'nın üçünde genom araştırma merkezleri kuruldu. Ulusal Sağlık Enstitüleri de aynı yıl bir program başlattı ve 1988'de de İnsan Genomu Araştırmaları Ofisi'ni kurdu. Başkanlığına, DNA'nın yapısını keşfedenlerden James Watson getirildi. 1991 yılına gelindiğinde genom projesi devlet tarafından yürütülen bir program olarak faaliyete başlamıştı. Enerji Bakanlığı ve Ulusal Sağlık Enstitüleri kendi çabalarına ek olarak bazı yeni ortak projelere de kaynak sağladılar.

Bu arada Avrupa'da 1988 yılında, Amerika'daki Howard Hughes Tıp Enstitüsü'nün yardımıyla İnsan Genomu Örgütü (Human Genome Organization-HUGO) adlı uluslararası bir kurum oluşturuldu. Önde gelen Avrupa ülkelerinin çoğu da kendi genom projelerini başlatmışlardı.

Günümüzde genom projesi uluslararası işbirliği ve koordinasyonla sağlam bir şekilde ilerlemektedir. DNA bazlarının dizilişiyle ilgili veriler, Los Alamos'taki GenBank ile Avrupa Moleküler Biyoloji Laboratuvarı'nın veri tabanlarına aralıksız olarak eklenmektedir. Projenin 21. yüzyılın başlarında tamamlanması bekleniyor. Ulaşılacak sonuç Gregor Mendel'in başlattığı çalışmalara nokta koymayacak, aksine görebilseydi onun da takdirle karşılayacağı yeni bir boyut katacak.

di. Bir zincirdeki her adeninin karşısında diğer zincirde timin yer alıyor, her guanin bir sitozinle eşleşiyordu. DNA genetik bilgiyi, hücre faaliyetinin büyük bölümünü yerine getiren protein moleküllerini kodlayarak aktarır. Bir protein molekülü aminoasit olarak adlandırılan birimlerden oluşur. DNA'nın üç nükleotitli birimleri insan hücrelerinde bulunan 20 değişik aminoasidi kodlar. Bunların genetik şifreleri bulundu ve biyologlar artık bütün aminoasitlerin üç bazlı şifrelerini biliyorlar. Bu bilgi birçok çalışma alanı yaratmıştır. Bunlardan belki en dikkate değer olanı, insan bedenindeki bütün kromozomların tam yapısını belirlemeye yönelik İnsan Genomu Projesi'dir. Bu proje tamamlandığında Mendel'in 150 yıl önce başlattığı çalışmalar doruğa ulaşmış olacaktır.*

Bir doruğa ulaşılmış olsa da bu, sona gelindiğini göstermez. Kalıtımın gizleri sonsuzdur ve sorulara cevap bularak bunları bitkilere, hayvanlara ve insanlara uygulama çalışmaları sonsuza kadar sürecektir. Mendel'in bulguları da bu çalışma için gerekli temeli oluşturmuştur.

* 1990 yılında başlayan ve 13 yıl süren bu proje 2003 yılında tamamlandı. İnsanın genetik haritasının % 99,999'u çözüldü. Ama verilerin çözümlenmesi yıllar alacak. (ç.n.)

1822
Mendel doğdu.

1840
Opava *Gymnasium*'undan mezun oldu.

1843
Olomouc Felsefe Enstitüsü'nden mezun oldu.

1843
Brno'daki Augustinusçu Aziz Thomas manastırına katıldı.

1848
Rahiplerin yurttaşlık haklarının genişletilmesini talep eden dilekçeyi imzaladı.

1851
Doğa tarihi eğitimi için Viyana Üniversitesi'ne girdi.

1853
Öğretmenlik yapmak üzere Brno'ya geri döndü.

1853
Bitkilerde kalıtım üzerindeki araştırmalarına başladı.

1862
Havayla ilgili gözlemlerini Avusturya-Macaristan Doğa Bilimleri Cemiyeti'nin dergisinde yayımladı.

1865
Bitki melezleriyle ilgili makalesi Brno Doğa Bilimleri Cemiyeti'nin dergisinde yayımlandı.

1868
Başrahip Napp öldü ve Mendel Brno manastırının yeni başrahibi seçildi.

1870
Moravya ve Silezya Tarım Cemiyeti Merkez Komitesi'ne seçildi.

1884
Mendel öldü.

1900
Mendel'in kalıtımla ilgili makalesi Hugo de Vries ve Karl Correns tarafından keşfedildi.

1902
Walther Flemming kromozomları gözlemledi.

1902
Walter Sutton kromozomların gen taşıyıcıları olduğunu belirledi.

1900'lü yıllar
Çeşitli bilim adamları RNA ve DNA'yı genetik bilginin taşıyıcıları olarak tanımlandı.

1953
James Watson ve Francis Crick deoksiribonükleik asidin (DNA) yapısal özelliklerini buldu.

Adenin, 92, 96
Aminoasitler, 96
Arı araştırmaları, 1, 62-64
Aristoteles, 3, *4*
Astaurov, B. L., *7*
Augustinusçu Aziz Thomas Manastırı (Brno), 20
  Başrahip Mendel, 55-*67*
  manastır mensupları, 1
  Mendel'in deney bahçesi, 51
  Mendel'in manastıra girişi, 17
  tavan resimleri, *70*, *71*
  vergi anlaşmazlığı, *57*, 69-70
Avery, Oswald, 91, 92, 93
Ayrışma İlkesi (Birinci Mendel Yasası), 42
Aziz Augustine, 3

Bağımsız Kalıtım Yasası (İkinci Mendel Yasası), 43
Barina, Franz, 5
Baskınlık İlkesi (Üçüncü Mendel Yasası), 43
Bateson, William, 87
Bazlar, 92
Benary, Ernest, 39
Bitki melezleme deneyleri,
  Gärtner'in, 37-38, *41*, 50
  Kölreuter'in, 36-*37*, *41*
  Mendel'in *Hieracium*'la, 52
  Mendel'in *Pisum*'la, 39-53
  Nägeli'yle birlikte, *78*
  Tschermak von Seysenegg'in, *84*, 85
"Bitki Melezleri Üstüne Deneyler" (Mendel), 46, *47*
Bitki türlerinin sınıflandırılması, 35
Botanik Felsefesi (*Philosophia Botanica*) (Linnaeus), *34*
Botanik Mektupları (*Botanische Briefe*) (Unger), 31
Buffon, George, *4*

Correns, Karl, 81, 84, 85
Crick, Francis, 92, 93

Darwin, Charles, 4, 26, *44*, *45*, *47*, *76*, 83
De Vries, bkz. Vries, Hugo de

DeLisi, Charles, 94-95
DNA (deoksiribonükleik asit), 93, 94-95, 96
Doğa Bilimleri Cemiyeti (Avusturya-Macaristan), 59-60
Doppler, Christian, 28, 29
Doppler etkisi, 28

Edwards, A. W. F., 82, 83
Eichling, C. W., 39
Epigenez, 3, 4
Evcilleştirilmiş Hayvan ve Bitkilerde Değişim (*Variation in Animals and Plants under Domestication*) (Darwin), 45
Evrim kuramı, 4, 7, 26, 44-45

Felsefe Enstitüsü (Brno), 21
Felsefe Enstitüsü (Olomouc), 15, 16
Fenotip, 48
Fisher, Ronald, 82, 83
Flemming, Walther, 89
Fosfat, 92
Franz, Friedrich, 16

Garrod, Archibald, 87, 88
Gärtner, Carl, 37, 41, 50
Genetik,
  ilk uluslararası kongre, 87
  kromozom araştırmaları, 90-91
  ve kalıtsal hastalıklar, 87-88
  yasaları, 42-43, 47
  yeni bir bilim dalı olarak, 2, 5, 87
Genetik şifre, 96
Genler, 42-43, 47-48
  baskın genler, 41
  çekinik genler, 41-42
  mutasyon, 47
Genom Projesi, bkz. İnsan Genomu Projesi
Genotip, 48
Griffith, Frederick, 91
Guanin, 92, 96

Hava araştırmaları, bkz. Meteoroloji
Hippokrates, 3
Hoffman, Heinrich, 78
Hücre bölünmesi, 86-87

İkili sarmal, 92
İnsan Genomu Örgütü (HUGO), 95
İnsan Genomu Projesi, 94, 96

Janetschek, Clemens, 74
Joseph, II. (Kutsal Roma imparatoru), 19

Kalıtım kuramları, 3-4
Kalıtım,
Ayrıca bkz. Genetik; Kalıtım
Mendel'in yasaları, 42-43, 47-50
ve özelliklerin matematiksel analizi, 2
Keller, Anton, 21
Klácel, Martin, 56
Knapp, Friedrich, 21
Komünizm ve Mendel genetiği, 6-7, 8-9
Kölreuter, Joseph G., 4, 36, 41
Krizenecky, Josef, 9
Kromozomlar, 89-91
Kuehne, Franz, 63, 64
Küpeçiçeği deneyleri, 64, 65

Lamarck, Jean-Baptiste de, 4, 44
Leeuwenhoek, Antoni van, 3
Linkaj, 43
Linnaeus, Carolus, 34, 35
Lisenko, Trofim, 6, 7, 8, 9, 83
Littrow, L. L., 31

Melez (bitki),
Ayrıca bkz. Bitki melezleme deneyleri
deney çalışmaları, 29-30
tanımı, 1
Mendel Müzesi, 6, 7, 8, 9
Mendel'in kalıtım yasası, 42-43, 47-50
Mendel, Anton (babası), 11, 12
Mendel, Gregor,
adını değiştirmesi, 17
anıtı, 1, 8
arı araştırmaları, 1, 62-64
astronomi çalışmaları, 61
Augustinusçu başrahip, 54, 55-67
bitki melezleme çalışmaları, 38-53
bitki yetiştirme çalışmaları, 64-65
cenaze töreni ve defnedilmesi, 73-75
çalışmalarının yeniden keşfi, 76-85
çocukluğu ve ilk eğitimi, 11-13
Doğa Bilimleri Cemiyeti üyeliği, 60
doğum belgesi, 10
doğumu, 11
Felsefe Enstitüsü (Olomouc) eğitimi, 15-16
fiziksel görünümü, 32
Gymnasium (Opava) eğitimi, 13-15
Gymnasium öğretmenliği, 23-25
hatıra madalyonu, 5

manastır yaşamı, 17-23
meteoroloji çalışmaları, 59-61
Moravya ve Silezya Tarım Cemiyeti başkanlığı, 65
öğretmenlik sınavı, 25-27, 33
ölümü, 1, 2, 73-74
Realschule öğretmenliği, 31-33
resmi arması, 68
siyasi faaliyetleri, 56-59
son yılları, 69-75
ve Darwin'in evrim kuramı, 44-45
Viyana Üniversitesi'ndeki eğitimi, 27-31
Mendel, Johann. bkz. Mendel, Gregor
Mendel, Rosine (annesi), 11
Mendel, Theresa, bkz. Schindler, Theresa
Mendel, Veronica (ablası), 11, 12, 16
Metabolizma bozuklukları, 88
Meteoroloji, 59-61
Meyve sineği araştırması, 90-91
Miescher, Johann, 92
Moravya ve Silezya Tarım Cemiyeti, 65
Morgan, Thomas Hunt, 43, 90, 91
Muller, H. J., 9

Napp, F. C. (Başrahip), 17, 19, 23, 27, 55, 62
Nägeli, Karl Wilhelm von, 28, 52, 55, 78
Niessl, Gregor, 76
Nükleik asit, 92, 93

Olasılık kuramı, 31
Olexik, Philip, 59
Ozon düzeyi ölçümleri, 59

Önceden oluşum kuramı, 3

Pangenez, 79
Poye, Ambrose, 70
Proteinler, 91, 95

Réaumur, René-Antoine de, 3
RFLP, 95
Riboz, 92, 93
RNA (ribonükleik asit), 93
Root-Bernstein, R. S., 82

Schindler, Alois (yeğeni), 67, 71, 72
Schindler, Leopold, 12
Schindler, Theresa (kız kardeşi), 11, 12, 16, 71
Schleiden, J. M, 30

Scourfield, D. J., 85
Sinsheimer, Robert, 94, 95
Sitozin, 92, 96
Sovyetler Birliği Genetikçiler ve Seçilimciler Cemiyeti, 7
Sturm, Alois (yeğeni), 66
Sturtevant, A. H., 52, 53.
Sutton, Walter S., 89

Thaler, Anton, 21
Timin, 92, 93, 96
Timoleyev-Ressovsky, Nikolay, 9
Tomaschek, Anton, 62, 63
Tschermak von Seysenegg, Erich, 2, 84, 85
Türlerin Kökeni (*On the Origin of Species*) (Darwin), 44-45
Twrdy, Johann, 64

Unger, Franz, 28, 29, 30
Urasil, 92, 93

Viyana Üniversitesi, 27
Vries, Hugo de, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85

Watson, James, 92, 93
Weiling, Francis, 82
Wright, Sewall, 83

TÜBİTAK POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

1) Hayatın Kökleri — Mahlon B. Hoagland
2) İkili Sarmal — James D. Watson
3) Bir Matematikçinin Savunması — G. H. Hardy
4) Modern Bilimin Oluşumu — Richard S. Westfall
5) Genç Bilim Adamına Öğütler — P. B. Medawar
6) Üniversite — Henry Rosovsky
7) Rastlantı ve Kaos — David Ruelle
8) Büyük Bilimsel Deneyler — Rom Harré
9) Bilimin Öncüleri — Cemal Yıldırım
10) Çok Geç Olmadan — Bernard L. Cohen
11) İlk Üç Dakika — Steven Weinberg
12) Fizik Yasaları Üzerine — Richard Feynman
13) Bir Mühendisin Dünyası — James L. Adams
14) Modern Çağ Öncesi Fizik — J. D. Bernal
15) Kaos — James Gleick
☆ 16) Bilimsel Gaflar — Billy Aronson
17) Sorgulayan Denemeler — Bertrand Russell
18) Bir Gölgenin Peşinde (Rakamların Evrensel Tarihi I) — Georges Ifrah
19) Gen Bencildir — Richard Dawkins
☆ 20) Tuhaf Bu DNA'lılar — Billy Aronson
21) Yıldızların Zamanı — Alan Lightman
22) Gezegenler Kılavuzu — Patrick Moore
23) Çakıl Taşlarından Babil Kulesine (R.E.T. II) — Georges Ifrah
24) Dr. Ecco'nun Şaşırtıcı Serüvenleri — Dennis Shasha
25) Gündelik Bilmeceler — P. Ghose - D. Home
26) 107 Kimya Öyküsü — L. Vlasov - D. Trifonov
☆ 27) Ayak İzlerinin Esrarı — B. B. Calhoun
28) Akdeniz Kıyılarında Hesap (R.E.T. III) — Georges Ifrah
29) Teknolojinin Evrimi — George Basalla
☆ 30) Vücudunuz Nasıl Çalışır? — J. Hindley - C. King
☆ 31) Dünya ve Uzay — S. Mayes - S. Tahta
32) Uzak Doğu'dan Maya Ülkesine (R.E.T. IV) — Georges Ifrah
33) Modern Araştırmacı — J. Barzun - H. F. Graff
34) Eski Yunan ve Roma'da Mühendislik — J. G. Landels
35) Alıç Ağacı ile Sohbetler — Hikmet Birand
36) Matematiğin Aydınlık Dünyası — Sinan Sertöz
37) Bilimin Arka Yüzü — Adrian Berry
38) Ortaçağda Endüstri Devrimi — Jean Gimpel
39) Olağandışı Yaşamlar — Gould - Gould
40) Darwin ve Beagle Serüveni — Alan Moorehead
41) Buluş Nasıl Yapılır? — B. E. Shlesinger, Jr.
42) Sıfırın Gücü (R.E.T. V) — Georges Ifrah
43) Şaşırtan Varsayım — Francis Crick
44) Sulak Bir Gezegenden Öyküler — Sargun A. Tont
45) Anılarım — Ernst E. Hirsch
46) Evrenin Kısa Tarihi — Joseph Silk
47) Gökyüzünü Tanıyalım — M. E. Özel - A. T. Saygaç
48) Bilim ve İktidar — F. Mayor - A. Forti
49) Matematik Sanatı — Jerry P. King
50) Türkiye'nin Tarihi — Seton Lloyd
51) Galileo ve Newton'un Evreni — William Bixby
52) Bilgisayar ve Zeka (Kralın Yeni Usu I) — Roger Penrose
53) Göl İnsanları — R. Leakey - R. Lewin
54) Katla ve Uçur — Richard Kline
★ 55) Bilimsel Deneyler — Jane Bingham
56) Bunu Ancak Dr. Ecco Çözer — Dennis Shasha
☆ 57) Ona Kısaca DNA Denir — F. Balkwill - M. Rolph
☆ 58) Sen Ben Gen — F. Balkwill - M. Rolph
☆ 59) Biz Hücreyiz — F. Balkwill - M. Rolph
☆ 60) Hücre Savaşları — F. Balkwill - M. Rolph
★ 61) Astronomi — Stuart Atkinson
62) Modern İnsanın Kökeni — Roger Lewin
★ 63) Bilim Adamları — S. Reid - P. Fara
★ 64) Ekoloji — Richard Spurgeon
★ 65) Atom ve Molekül — P. R. Cox - M. Parsonage
☆ 66) Bir Zamanlar — M. J. Mc Neil - C. King
67) Anadolu Kültür Tarihi — Ekrem Akurgal
68) Bir Yeşilin Peşinde — Asım Zihnioğlu
☆ 69) Beyin — Rebacca Treays
★ 70) Makineler — Clive Gifford
★ 71) Depremler ve Yanardağlar — Fiona Watt
72) Hint Uygarlığının Sayısal Simgeler Sözlüğü (R.E.T. VI) — Georges Ifrah
★ 73) İnternet — Philippa Wingate
☆ 74) Işık Evreni — David Phillips
☆ 75) Akıl Kutusu — S. Rose - A. Lichtenfels
☆ 76) Uzay Denen O Yer — Helen Sharman
☆ 77) Mavi Gezegen — Brian Bett
☆ 78) Uydular — Mike Painter
★ 79) Yaşadığımız Gezegen — Fiona Watt
☆ 80) Havada Karada Suda — K. Little - A. Thomas
☆ 81) Çarpım Tablosu — Rebecca Treays
★ 82) Denizler ve Okyanuslar — Felicity Brooks
★ 83) Hava ve İklim — F. Watt - F. Wilson
☆ 84) Kutuplarda Yaşam — Kamini Khanduri
85) Karanlık Bir Dünyada Bilimin Mum Işığı — Carl Sagan
★ 86) Mucitler — S. Reid - P. Fara
★ 87) Her Yönüyle Otomobiller — Clive Gifford
☆ 88) Kesirler ve Ondalık Sayılar — Karen Bryant-Mole
★ 89) Her Yönüyle Uçaklar — Clive Gifford
90) İslâm Dünyasında Hint Rakamları (R.E.T. VII) — Georges Ifrah
☆ 91) Çarpma ve Bölme — Karen Bryant-Mole
☆ 92) Tablolar ve Grafikler — Karen Bryant-Mole
★ 93) Her Yönüyle Tekneler — Christopher Maynard
★ 94) Bilgisayarlar — Rebecca Treays
95) Fiziğin Gizemi (K.Y.U. II) — Roger Penrose
96) Bir Sayı Tut — Malcolm E. Lines
★ 97) Kâşifler — F. Everett - S. Reid
★ 98) Enerji ve Güç — Richard Spurgeon - Mike Flood
99) Kırılgan Nesneler — P. G. de Gennes - J. Badoz
100) Hayvanların Sessiz Dünyası — Marian Stamp Dawkins
☆ 101) Kaybolan İpucu — B. B. Calhoun
★ 102) Mikroskop — Chris Oxlade - Corinne Stockley
★ 103) Elektronik — Pam Beasant
☆ 104) Vücudunuz ve Siz — Mike Unwin
☆ 105) Deneylerle Bilim — Mike Unwin
★ 106) Dünyayı Saran Ağ: WWW — Asha Kalbag
★ 107) Fırtınalar ve Kasırgalar — Kathy Gemmell
☆ 108) Toplama ve Çıkarma — Karen Bryant-Mole
O 109) İnsan Vücudu
☆ 110) Yeryüzünde Yaşam — Mike Unwin
★ 111) Bilgisayardaki Adresiniz Web Sitesi — Asha Kalbag
112) Anadolu Manzaraları — Hikmet Birand

113) Bilim İş Başında	John Lenihan	
○ 114) Arkeoloji	Jane McIntosh	
115) Us Nerede? (K.Y.U. III)	Roger Penrose	
○ 116) Evrim	Linda Gamlin	
☆ 117) Küllerin Altındaki Sır	B. B. Calhoun	
○ 118) Fizik	Jack Challoner	
☆ 119) Kaslar ve Kemikler	Rebecca Treays	
☆ 120) Beş Duyu	Rebecca Treays	
★ 121) Kuşlar	F. Brooks - B. Gibbs	
○ 122) Kimyanın Öyküsü	Ann Newmark	
123) Hesabın Destanı (R.E.T. VIII)	Georges Ifrah	
★ 124) Elektrik ve Manyetizma	Peter Adamczyk - Paul-Francis Law	
125) Darwin ve Sonrası	Stephen Jay Gould	
126) Bilim Tarihi Yazıları	Alexandre Koyré	
○ 127) Kimya	Jack Challoner	
128) Maddenin Son Yapıtaşları	Gerard 't Hooft	
○ 129) Evren		
☆ 130) İşte Dünya	Billy Aronson	
○ 131) 21. Yüzyıl	Michael Tambini	
♦ 132) Büyüklükler	Jenny Tyler - Robyn Gee	
♦ 133) Şekiller	Karen Bryant-Mole	
♦ 134) Ölçmeye Başlamak	Karen Bryant-Mole	
♦ 135) Zaman	Jenny Tyler - Robyn Gee	
○ 136) Taşların Dünyası	R. F. Symes	
137) Galileo'nun Buyruğu	E. B. Bolles	
138) Evrenin Şiiri	Robert Osserman	
139) Doğanın Gizli Bahçesi	Edward O. Wilson	
140) Hitit Çağında Anadolu	Sedat Alp	
141) Dünyayı Değiştiren Beş Denklem	Michael Guillen	
142) Hayvan Zihni	James Gould - Carol Grant Gould	
○ 143) Keşifler	Rupert Matthews	
144) Büyük Çekişmeler	Hal Hellman	
○ 145) Hayvanlar		
★ 146) E-posta	Mark Wallace - Phillippa Wingate	
★ 147) Bilgisayarda 101 Proje	Gillian Doherty	
148) Yirminci Yüzyılda Paris	Jules Verne	
○ 149) Otomobil Çağı		
150) Boşluk Bakışımın Biçimini Alıyor	Hubert Reeves	
♦ 151) Renkler	Karen Bryant-Mole	
♦ 152) Karşıtlıklar	J. Tyler - R. Gee	
♦ 153) Farklı Olanı Bul	J. Tyler - R. Gee	
♦ 154) Rakamlar	Karen Bryant-Mole	
☆ 155) Geçmişin Anahtarları	B. B. Calhoun	
○ 156) Derin Mavi Atlas	Bülent Gözcelioğlu - O. Faruk Aydıncılar	
157) İki Kültür	C. P. Snow	
158) Sonsuzluğun Kıyıları	Adrian Berry	
☆ 159) Mucizeler Adasına Yolculuk	Klaus Kordon	
160) Porof. Zihni Sinir Proceler	İrfan Sayar	
161) Atomaltı Parçacıklar	Steven Weinberg	
□ 162) Marie Curie	Naomi Pasachoff	
□ 163) Sigmund Freud	Margaret Muckenhoupt	
□ 164) Johannes Kepler	James R. Voelkel	
□ 165) Gregor Mendel	Edward Edelson	
166) Kör Saatçi	Richard Dawkins	
167) Yıldızların Altında	Michael Rowan-Robinson	
▼ 168) Yunan ve Roma Mitolojisi	Colette Estin - Hélène Laporte	
♦ 169) Saymaya Başlamak	J. Tyler - R. Gee	
♦ 170) 10'a Kadar Saymak	J. Tyler - R. Gee	
♦ 171) Toplamayı Öğrenmek	K. Bryant-Mole- J. Tyler	
♦ 172) Çıkarmayı Öğrenmek	K. Bryant-Mole- J. Tyler	
173) Macellanya	Jules Verne	
174) Tüfek, Mikrop ve Çelik	Jared Diamond	
175) Bilgisayar Ne Sayar (R.E.T. IX)	Georges Ifrah	
○ 176) Ay'a İniş	Carole Stott	
177) Feynman'ın Kayıp Dersi	D. L. Goodstein - J. R. Goodstein	
□ 178) Alexander Graham Bell	Naomi Pasachoff	
179) Hitit Güneşi	Sedat Alp	
180) Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri	Necmettin Çepel	
□ 181) Ivan Pavlov	Daniel Todes	
182) Pi Coşkusu	David Blatner	
183) Beynine Bir Kez Hava Değmeye Görsün	Dr. F. Vertosick Jr.	
▼ 184) Keşif ve İcatlar	Jean-Louis Besson	
▼ 185) Dağlar	L. Ottenheimer - D. Grant - Pierre-Marie Valat	
186) İnsan Düşüncesinde Yerküre	David Oldroyd	
187) Boylam	Dava Sobel - William J. H. Andrewes	
188) Ekvator Hikâyeleri	Gianni Guadalupi - Antony Shugaar	
▼ 189) Resim ve Ressamlar	Adrian Sington - Tony Ross	
○ 190) Fosiller	Paul D. Taylor	
○ 191) Böcekler	Laurence Mound	
○ 192) Bitkiler		
▼ 193) Zekâ Oyunları	Emrehan Halıcı	
□ 194) Isaac Newton	Gale E. Christianson	
○ 195) Volkanlar	Susanna Van Rose	
196) Her Yere Uzak Topraklar	Ömer Bozkurt	
☆ 197) Piramitleri Kim Yaptı?	J. Chisholm - S. Reid	
☆ 198) Deneyler	Kazım Üçok	
□ 199) Charles Darwin	Rebecca Stefoff	
☆ 200) Tarihten Bir Yaprak	David Walker	
201) Meteor Avı	Jules Verne	
202) Yanlış Yönde Kuantum Sıçramalar	C. M. Wynn - A. W. Wiggins	
○ 203) Robotlar	Clive Gifford	
204) Güzel Sarı Tuna	Jules Verne	
○ 205) Zaman ve Uzay	Mary Gribbin - John Gribbin	
206) Çevremizdeki Fizik	Naci Balkan - Ayşe Erol	
○ 207) Türkiye Amfibi ve Sürüngenleri	İbrahim Baran	

☆ ÇOCUK KİTAPLIĞI ○ BAŞVURU KİTAPLIĞI □ YAŞAMÖYKÜSÜ DİZİSİ
★ GENÇLİK KİTAPLIĞI ♦ OKULÖNCESİ KİTAPLIĞI ▼ RESİMLİ CEP KİTAPLARI DİZİSİ

YAYINLARIMIZI TÜBİTAK KİTAP SATIŞ BÜROSU İLE KİTABEVLERİNDEN EDİNEBİLİRSİNİZ.
Atatürk Bulvarı No: 221 Kavaklıdere 06100 Ankara Tel: (312) 467 72 11 - Faks: (312) 427 09 84

Gregor Mendel

GENETİĞİN TEMELLERİ

Mendel
bugün genetik biliminin babası olarak kabul ediliyor;
oysa çalışmaları o hayattayken kimsenin
pek ilgisini çekmemiş,
bu bilim adamı, birçok konuyla ilgilenen,
çeşitli araştırmalar yapan bir rahip olarak görülmüştü.

Yaşamöyküsü Dizisi,
dünyayı kavrayışımızı biçimlendiren bilim adamlarının
kişisel öykülerini
tarihsel arka planlarıyla birlikte anlatan
kitaplardan oluşuyor.
Bilim adamlarının çalışmalarını ve
bu çalışmaları kuşatan temel bilgileri de özetleyen
yaşamöyküsü kitapları
aynı zamanda sağlam birer başvuru kaynağı...

Dizinin Diğer Kitapları

Curie, Freud, Kepler, Bell, Pavlov, Newton, Darwin



ISBN 975-403-255-6



Fiyatı: 4 YTL (KDV DAHİL)

Basılı fiyatından farklı satılamaz