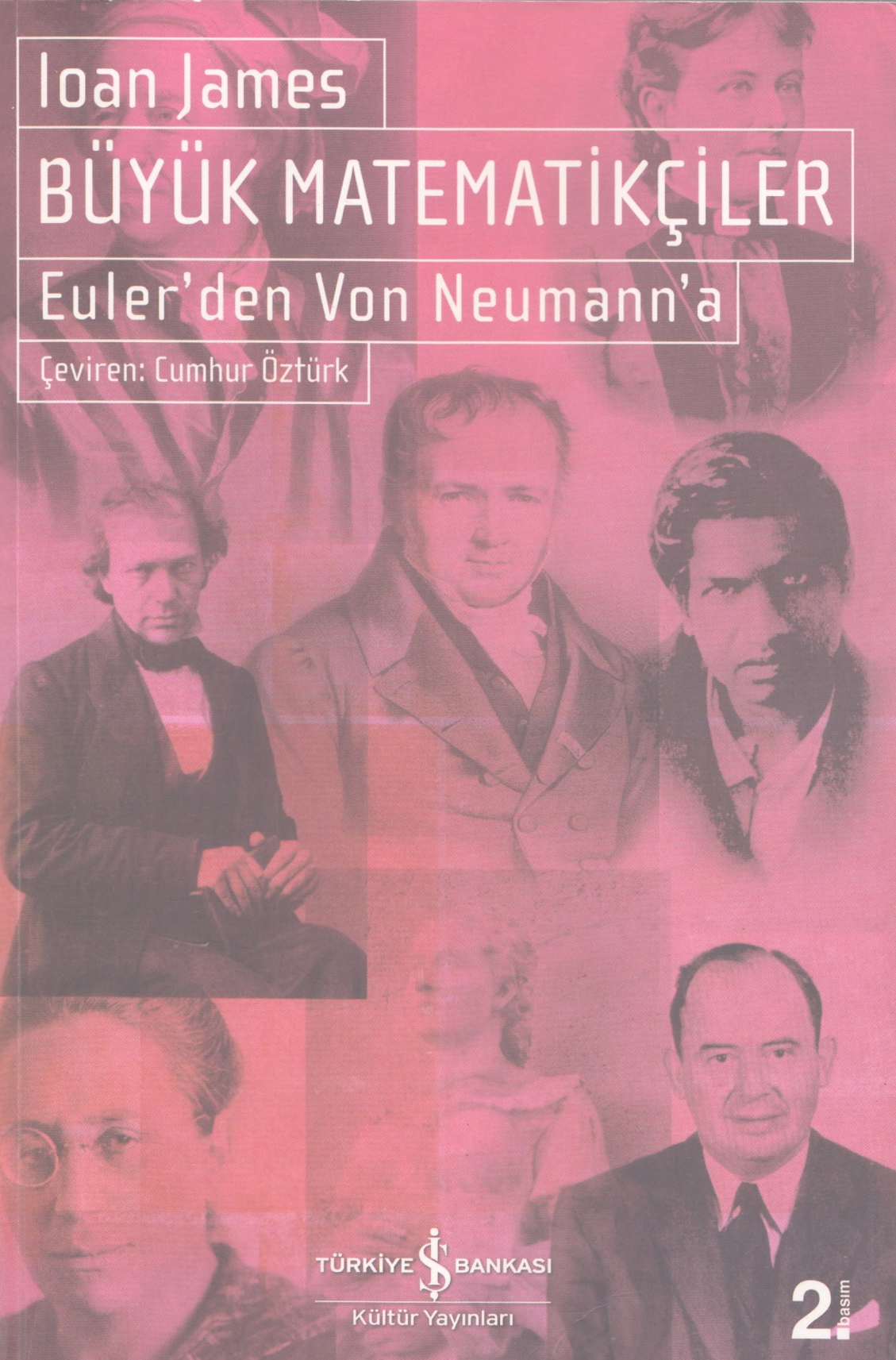
Ioan James

BÜYÜK MATEMATİKÇİLER

Euler'den Von Neumann'a

Çeviren: Cumhur Öztürk



TÜRKİYE İŞ BANKASI
Kültür Yayınları

2. basım

ARAŞTIRMA/İNCELEME

IOAN JAMES
BÜYÜK MATEMATİKÇİLER
EULER'DEN VON NEUMANN'A

ÖZGÜN ADI
REMARKABLE MATHEMATICIANS
FROM EULER TO VON NEUMANN

COPYRIGHT © 2002, CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

İNGİLİZCE ÖZGÜN METİNDEN ÇEVİREN
CUMHUR ÖZTÜRK

© TÜRKİYE İŞ BANKASI KÜLTÜR YAYINLARI, 2009
Sertifika No: 11213

EDİTÖR
RÛKEN KIZILER

GÖRSEL YÖNETMEN
BİROL BAYRAM

DÜZELTİ
ASLI YALKUT

GRAFİK TASARIM UYGULAMA
TÜRKİYE İŞ BANKASI KÜLTÜR YAYINLARI

I. BASIM: OCAK 2013, İSTANBUL
II. BASIM: EYLÜL 2013, İSTANBUL

ISBN 978-605-360-760-1

BASKI
AYHAN MATBAASI
MAHMUTBEY MAH. DEVEKALDIRIMI CAD. GELİNCİK SOK. NO: 6 KAT: 3
BAĞCILAR İSTANBUL
Tel: (0212) 445 32 38 Fax: (0212) 445 05 63
Sertifika No: 22749

Bu kitabın tüm yayın hakları saklıdır.
Tanıtım amacıyla, kaynak göstermek şartıyla yapılacak kısa alıntılar dışında gerek metin, gerek görsel malzeme yayınevinden izin alınmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz, yayımlanamaz ve dağıtılamaz.

TÜRKİYE İŞ BANKASI KÜLTÜR YAYINLARI
İSTİKLAL CADDESİ, MEŞELİK SOKAK NO: 2/4 BEYOĞLU 34433 İSTANBUL
Tel. (0212) 252 39 91
Fax. (0212) 252 39 95
www.iskultur.com.tr

Ioan James

Büyük Matematikçiler

euler'den von neumann'a

Çeviren: Cumhur Öztürk

TÜRKİYE İŞ BANKASI
Kültür Yayınları

İÇİNDEKİLER

Önsöz IX
Giriş XI

I
Euler'den Legendre'a
..... 1
Leonhard Euler (1707-1783) 3
Jean-le-Rond d'Alembert (1717-1783) 13
Joseph-Louis Lagrange (1736-1813) 23
Gaspard Monge (1746-1818) 31
Pierre-Simon Laplace (1749-1827) 41
Adrien-Marie Legendre (1752-1833) 51

II
Fourier'den Cauchy'ye
..... 59
Joseph Fourier (1768-1830) 61
Sophie Germain (1776-1831) 69
Carl Friedrich Gauss (1777-1855) 83
Siméon-Denis Poisson (1781-1840) 97
Jean Victor Poncelet (1788-1867) 107
Augustin Cauchy (1789-1857) 115

III
Abel'den Grassmann'a
..... 127
Niels Abel (1802-1829) 129
Carl Jacobi (1804-1851) 139
Lejeune Dirichlet (1805-1859) 147
William Rowan Hamilton (1805-1865) 155
Joseph Liouville (1809-1882) 165
Hermann Grassmann (1809-1877) 175

IV
Kummer'den Cayley'e

..... 181
Ernst Kummer (1810-1893) 183
Evariste Galois (1811-1832) 189
J. J. Sylvester (1814-1897) 199
Karl Weierstrass (1815-1897) 213
P. L. Çebışev (1821-1894) 225
Arthur Cayley (1821-1895) 233

V
Hermit'ten Sophus Lie'ye

..... 243
Charles Hermit (1822-1901) 245
Leopold Kronecker (1823-1891) 251
Bernhard Riemann (1826-1866) 257
Henry Smith (1826-1883) 267
Richard Dedekind (1831-1916) 275
Sophus Lie (1842-1899) 283

VI
Cantor'dan Hilbert'e

..... 291
Georg Cantor (1845-1918) 293
Gösta Mittag-Leffler (1846-1927) 303
Felix Klein (1849-1925) 309
Sonya Kovalevskaya (1850-1891) 323
Henri Poincaré (1854-1912) 333
David Hilbert (1862-1943) 343

VII
E. H. Moore'dan Takagi'ye

..... 357
E. H. Moore (1862-1932) 359
Jacques Hadamard (1865-1963) 365
Felix Hausdorff (1868-1942) 375
Elie Cartan (1869-1951) 387

Emile Borel (1871-1956) 393
Teici Takagi (1875-1960) 405

VIII
Hardy'den Lefschetz'e

..... 413
G. H. Hardy (1877-1947) 415
Oswald Veblen (1880-1960) 425
L. E. J. Brouwer (1881-1966) 435
Emmy Noether (1882-1935) 445
R. L. Moore (1882-1974) 453
Solomon Lefschetz (1884-1972) 463

IX
Birkhoff'tan Alexander'a

..... 471
George Birkhoff (1884-1944) 473
Hermann Weyl (1885-1955) 481
George Pólya (1887-1985) 487
Srinivasa İyengar Ramanucan (1887-1920) 497
Richard Courant (1888-1972) 505
J. W. Alexander (1888-1971) 519

X
Banach'tan Von Neumann'a

..... 529
Stefan Banach (1892-1945) 531
Norbert Wiener (1894-1964) 539
P. S. Aleksandrov (1896-1982) 547
Oscar Zariski (1899-1986) 559
A. N. Kolmogorov (1903-1987) 567
John von Neumann (1903-1957) 575

Sonsöz 581
İlave Okumalar 589
Derlemeler 593
Teşekkür 597
Kitapta Geçen Kurumların Türkçe Karşılıkları 605

Önsöz

Bu kitap, on sekizinci ve on dokuzuncu yüzyıllarda ve yirminci yüzyılın ilk yıllarında doğmuş kimi büyük matematikçilerin hayat hikâyeleriyle ilgili özgün ve aynı zamanda teknik ayrıntılara boğulmadan bilgi almak isteyen okurlar için hazırlandı. Her birinde altı kişinin yer aldığı on bölümde toplam altmış yaşam öyküsü vardır. Tüm bu insanlar matematiğe düşünceleri, eğitmenlikleri ya da başka yollarla önemli katkılarda bulunmuşlardır. Kitap, matematikçilerin başarılarının ayrıntılarından çok, esas olarak farklı yaşam öyküleri üzerinde duruyor. Yaşam öyküleri doğum tarihine göre kronolojik olarak dizildiğinden sırayla okunduklarında, matematiğin yıllar içinde hangi toplumsal koşullarda geliştiği de ortaya çıkıyor. Matematik tarihine ilişkin çalışmalar genellikle, konunun gelişiminde bir şekilde yer almış yüzlerce kişiden bahseder ama seçtiğim bu altmış kişinin, tarihte neler olduğuyla ilgili genel bir fikir vermek için yeterince temsil edici olduğunu düşünüyorum.

Bu kitabı yazarken aklımın bir köşesinde matematikle ilgili ama konunun tarihçesine aşina olmak zorunda olmayan okuyucu tipi vardı. İnanıyorum ki bu grubun içinde eğitim görmüş ama kendini matematikçi olarak tanımlamaktan kaçınacak çok sayıda kişi de vardır. Umarım kitap, okullarda ve üniversitelerde özellikle matematiğin ayrıntılı tarihçelerinden birini inceleyecek zamanı ya da yönelimi olmayan kişiler için yararlı bir temel okuma kitabı olarak

kabul görecektir. İnsan, matematiğin gelişimine katkıda bulunan kişiler hakkında biraz bilgi sahibi olduğunda konu daha da ilgi çekici hale geliyor. Teknik ayrıntılar olabildiğince sınırlı tutulmaya çalışıldı; konuya ilişkin daha fazla şey öğrenmek isteyen okuyucu bu bilgilere başka bir kaynaktan rahatça ulaşabilir.

Ele aldığımız dönemdeki büyük matematikçiler ileride göreceğimiz gibi insanı hayrete düşüren çeşitlilikte bir derleme oluşturmakta. Hepsi olmasa da büyük çoğunluğunun adları günümüz matematikçilerine tanıdık gelecektir. Tüm yaşam öyküleri kahramanlarına ait portrelere yer verilmiştir. Sonuç olarak, çok açık bir biçimde ortaya çıkmıştır ki tipik matematikçi diye bir şey yoktur. Kendine örnek alacağı birini arayan bir matematik öğrencisi birbirinden ilginç seçeneklerle karşı karşıya kalacaktır. Kitabın sonunda bazı genel sonuçlar oluşturmaya çalıştım. Aynı zamanda bazı okuma önerileri de ekledim.

Taslak halindeki metinleri okuyan ve yorum yapan, özel birtakım sorularla ilgilenen pek çok kişiye teşekkür ederim. Don Albers, Jerry Alexanderson, June Barrow-Green, Ron Calinger, Ann Dowker, John Fauvel, Jeremy Gray, S. Iyanaga, John Lowry, Karen Parshall, Rosemary Stewart, John Tyrer ve Robin Wilson bu kişilerden sadece bazıları. Hitachi Foundation'ın International Virtual Institute for Historical Studies of Mathematics üzerinden sağladığı mali destek için de ayrıca teşekkürlerimi bildirmem gerekir. Resimlerin ve uzunca alıntıların kaynakları, kitabın sonunda mümkün olduğunca verilmeye çalışıldı.

Mathematical Institute, Oxford, Eylül 2001

Giriş

Euler'in 1707'deki doğumundan Kolmogorov'un 1987'deki ölümüne dek geçen dönem neredeyse üç yüzyıla yayılır. Gerçi Euler henüz hayattayken Gauss doğmuş, Gauss hayattayken de Klein doğmuştu ve bugün Klein'la tanışmış ve hayatta olan kişiler vardır. Böylece bir anlamda, analizin (calculus) hâlâ bir gizem olduğu eski günlere yalnızca birkaç adımda geri dönebiliriz. On yedinci yüzyılda en başta Newton olmak üzere Descartes, Leibniz ve diğerlerinin çalışmalarına bağlı olarak çok büyük bir bilimsel devrim gerçekleşmişti. Bu büyük düşünürlerin sayısı, yüzyılın ilk yarısında hızla arttı; ikinci yarı bu denli görkemli değildi, daha çok bir duraklama dönemi gibiydi ama Jakob Bernoulli ve Pierre Maupertuis gibi kimi önemli isimler sayesinde daha da büyük ilerlemeler kaydedildi.

Ortaçağ üniversiteleri öğretim programlarının *quadrivium*'u* ya da *trivium*'u** temel almaları açısından hemen hemen birbirlerinin aynısıydı. Bununla birlikte üniversiteler Reform sonrasında Avrupa'nın farklı yerlerinde farklı biçimlerde gelişirken Latince akademik dil olarak kaldı. On sekizinci yüzyıl boyunca ve sonrasında üniversiteler neredeyse yalnızca eğitimle ilgilendi; özellikle de meslek yaşamlarına hazırlama eğitimiyle. Üniversitelerde ilahiyat, hukuk ve tıp eğitimi verilirken hiçbir şekilde doğa bilimlerine

---

* *Trivium*'u takip eden ve aritmetik, geometri, müzik, astronomiyi kapsayan üniversite eğitimi. (ç. n.)

** Dilbilgisi, mantık ve retoriği kapsayan üniversite eğitimi. (ç.n.)

yer verilmiyordu. Eukleides'in *Elemanlar* kitabının bazı kısımları dışında matematik büyük ölçüde ihmal edilmiş durumdaydı. Araştırma, üniversitelerde değil özellikle Berlin, Paris ve Sen Petersburg'dakiler başta olmak üzere bilim akademilerinde yapılıyordu. Bu akademiler devletin kontrolü altındaki araştırma kurumları gibiydi, Royal Society of London gibi bağımsız organlar değildi.

On dokuzuncu yüzyıla dek yeni keşiflerin duyurulacağı hayli az sayıda bilimsel dergi vardı. Bunun yerine araştırmalar genellikle kitap şeklinde yayımlanırdı. En önemli örneklerinden biri Newton'un *Principia*'sı olan "bilimsel incelemeler" çağıydı. Bununla birlikte birazdan göreceğimiz gibi önemli araştırmacılar arasında yapılan yazışmalar da bu konuda önemli bir rol oynadı. İnsanların daha fazla seyahat etmeye başlaması gelişmekte olan düşüncelerin yayılmasını sağladı. On dokuzuncu yüzyılda Fransa ile Almanya arasında büyük bir rekabet baş göstermiş ama her zaman için matematik ulusal sınırları aşmasını bilmişti. Matematikçilerin "görünmez okulu" her zaman uluslararası bir nitelikte oldu.

Okuyacağınız metinde yabancı dildeki ifadelerin çevirilerine uygun görüldüğü biçimde, zaman zaman orijinalleriyle birlikte yer verilecek. Kelimesi kelimesine çeviri kimi zaman iyi sonuç vermeyebilir, örneğin Fransızların *système du monde*'una karşılık olarak dünya sistemi demek yerine güneş sistemi, Alman *Geheimrat* unvanı için ekselansları ya da Devlet Danışma Kurulu üyesi tanımını kullanmak daha tercih edilir seçenekler gibi duruyor. Fransızca *Lycée* ve *Grande Ecole* ile Almanca *Gymnasium* ve *Technische Hochschule* gibi ifadelerinse çevrilmeden bırakılması sanki daha iyi gibi görünüyor. Bu tip konularda bir tutarlılık elde etmek pek mümkün değil.

Bir terimin anlamının zaman ve yere göre büyük ölçüde değişebileceğinin de farkında olmak gerekiyor. Örneğin, on sekizinci yüzyılda *geometer* matematikçi anlamına gelirdi. Profesör terimi çoğunlukla öğretim üyesi olarak kabul edilebilir. Tüm üniversite görevleri, bugün Amerika'da olduğu gibi profesörlüktü, genellikle düşük ücretliydi ama birden fazla kişi bu göreve sahip olabilirdi. Farklı ülkelerdeki eğitim sisteminin kendine özgü özellikleri gibi bazı sıkıntı yaratabilecek konuların metinde ilk geçtiği yerde açıklığa kavuşturulması en iyi çözüm gibi görünüyor.

I

EULER'DEN LEGENDRE'A

Leonhard Euler (1707-1783)

Matematikte on sekizinci yüzyıl Euler çağıydı ama ona gelmeden önce büyük Bernoulli ailesiyle ilgili birkaç şey söylememiz gerekiyor. Aslen Anvers'li olan Bernoulli'ler, Protestanların İspanyollar tarafından yargılanmasından kurtulmak amacıyla on altıncı yüzyılın sonlarında Hollanda'dan ayrılarak tüccar sınıfından kişilerle evlendikleri Basel'e yerleştiler. Kuşaklar boyunca Jakob ve Johann kardeşlerle başlayan pek çok büyük matematikçi yetiştirdiler. Jakob ve Johann bu kitapta yer alamayacak kadar önceki bir zamanda doğmuştu. Johann'ın huysuz oğlu Daniel tam bizim dönemimiz içinde kalsa da tıpkı Isaac Newton gibi o da matematikçi olmaktan çok fizikçi olarak iz bırakmıştır. Matematikte amcası Jakob ve arkadaşı Euler'in gölgesinde kalmıştır.

Leonhard Euler 15 Nisan 1707'de Basel'de dünyaya geldi. Euler büyük çoğunluğu zanaatkâr olan bir aileden geliyor olsa da babası Paul Euler, Protestan Evanjelik Reform Kilisesi'nde papazdı. Paul Euler, Johann'la birlikte matematik eğitimi aldığı dönemde hocası Jakob'un evinde kaldığından Bernoulli'leri yakından tanırdı. Paul Euler'in karısı Margarete Brucker de bir papazın kızıydı. Oğullarının doğumunu takip eden yıl aile, Paul'ün papazlık yaptığı yakınlardaki Riehen köyüne taşındı. Küçük Leonhard iki kız kardeşi Anna Maria ve Maria Magdalena'yla birlikte büyüdü. Evde aldığı ilk eğitiminin ardından anneannesinin yanına şehre geri gönderilerek matematik eğitimi verilmeyen eski tarzdaki Basel Latin okuluna başlatıldı. Euler, 1720'de on üç yaşındayken üniversitenin felsefe bölümüne kabul edildi. O dönemde verilen eğitim hayli vasattı. Euler mevcut olan tüm dallarda eğitim görerek 1722'de on beş yaşındayken üniversiteden mezun oldu. Aynı yıl mantık ve hukuk profesörlükleri için şansını denese de bundan bir sonuç elde edemedi.

Ertesi yıl babasının istekleri doğrultusunda ilahiyat fakültesine geçiş yaptı ama ilahiyatın yanı sıra ciddi bir biçimde matematik çalışmaya başladı. Kendi yaşam öyküsünde özetle "Çok kısa bir sürede ünlü profesör Johann Bernoulli'yle tanıştırılma şansını yakaladım. Gerçekten de çok yoğun biri olduğundan bana özel ders vermeyi açıkça reddetti; ama bana kendi başıma daha zor matematik kitapları okumaya başlamam ve gösterebildiğim kadar büyük bir gayretle matematik çalışmam konusunda çok değerli tavsiyelerde bulundu. Bir engel ya da zorlukla karşılaştığım takdirde cumartesi akşamüstleri rahatça kendisini ziyaret etmeme izin verdi ve anlayamadığım her şeyi büyük bir nezaketle bana açıkladı," diye yazmıştı. Johann Bernoulli Avrupa'nın en önemli matematikçilerinden biri olarak tanınsa da konuları hayli basit bir biçimde anlatıyordu.

Euler, 1724'te on yedi yaşındayken Descartes ve Newton'un doğal felsefe anlayışlarını karşılaştırdığı teziyle yüksek lisans derecesini aldı. Euler, Bernoulli klanının, Johann'ın oğlu Daniel'in de aralarında olduğu daha genç üyelerini tanımaya başlamıştı.

Daniel, Leonhard'dan yedi yaş küçüktü. Johann, öğrencisinin bir dâhi olduğunun farkına varıyordu. Sonraki yıllarda Euler'e yazdığı mektuplardaki hitap kelimeleri ona artarak duyduğu saygıyı gösteriyordu. 1728'de ona "Engin bilgili ve hünerli genç adam" diye hitap ederken ertesi yıl bu hitap "Şöhretli ve yüksek bilgili adam" ve bir sonraki yıl da "Şöhretli ve tartışmasız en bilge matematikçi" biçiminde değişti. 1745'e gelindiğinde ise Johann, Euler'e "Emsalsiz L. Euler, matematikçilerin prensi" diye hitap ediyordu.

Euler dindar bir Kalvenci olmasına karşın gerçek meslek yaşantısının onu kilisede değil matematik alanında beklediği konusunda Johann Bernoulli'nin de desteğiyle babasını ikna etmeyi başardı. İki yıl boyunca Euler bir yandan iş ararken bir yandan da akustik kuramı üzerine ilk önemli incelemesini kaleme aldı. Paris'teki Académie Royale des Sciences tarafından açılan yelkenli gemilerin direkleriyle ilgili ödüllü bir yarışmaya katılarak mansiyon ödülü kazandı.

Ödüllü yarışmalar en azından on dokuzuncu yüzyılın sonuna dek bilimsel yaşantının önemli bir parçasıydı. Bu yarışmalar ilk başlarda belirli problemlere bir tür çözüm arama yöntemleriydi. Yarışmaları kraliyet akademileri özellikle de Berlin ve Paris akademileri düzenliyordu. Bu yarışmalar tanınmayan genç araştırmacılara bir fırsat sunuyor olsa da yarışmalara çok bilinen isimlerin girmesi de hayli alışılmış bir durumdu. Örneğin, Paris'teki Académie Royale des Sciences'ın yarışmalarında matematik ve fizik alanlarındaki belirli problemlere ilişkin incelemelere ödüller veriliyordu. Prosedürün kuralları gereği, tüm katılımcılar yarışmaya bir rumuz ya da parolayla katılmak zorundaydı. Yazarın adının yazılı olduğu mühürlü bir zarf da hakemlere iletiliyordu. Zarfların üstündeki yazılar birbirinin aynı olsa da hakemler genellikle katılımcının kimliğini tahmin edebiliyorlardı. Bernoulli'ler, özellikle de Daniel bu yarışmalarda sık sık başarılı olurdu.

Johann Bernoulli'nin desteğini arkasına alan Euler, Universität Basel'deki boş fizik profesörlüğü görevi için başvurdu ama geri çevrildi. Üniversitenin verdiği bu kararda kısmen Euler'in çok genç olması etkiliydi. İsviçre'de bir iş bulması pek mümkün gö-

rünmüyordu. Bununla birlikte Daniel Bernoulli yakın bir zamanda kurulan Sen Petersburg'daki Rossiiskaya Akademiya Nauk'tan (bundan sonra genellikle Sen Petersburg Akademisi olarak adlandırılacak) gelen üst düzey bir iş teklifini kabul etmişti. 1725'te ağabeyi Nicholaus'la birlikte Sen Petersburg'a taşındı ve iki yıl sonra genç memleketlisinin de ona katılmasını sağladı. İlk başta Euler'e akademinin tıp bölümünde alt düzeyde bir görev uygun görülmesinden dolayı Euler birkaç ayını anatomi ve fizyoloji çalışarak geçirmişti ama çok geçmeden matematik bölümüne kaydırılarak akademinin kalıcı personeli oldu. Euler, Daniel Bernoulli'yle birlikte yaşıyor, araştırma konuları mekanik ve fizik, özellikle de hidrodinamik olduğundan sık sık onunla birlikte çalışıyordu.

Euler Rusça öğrendi ve kısa zamanda bu büyük şehrin sosyal yaşantısında yer almaktan keyif duymaya başladı. Ne yazık ki ülkeye gelişi, kocası Çar I. Petro'nun ilerleme politikalarını sürdürmeye gayret eden I. Yekaterina'nın ölümüne denk gelmişti. I. Yekaterina'nın ölümünden sonra Rusya'da gerici ve hoşgörüsüz bir dönem yaşandı. Daniel Bernoulli Rus başkentinde geçirdiği altı yılın ardından geri dönünce Euler akademide onun yerine başmatematikçi oldu. Aynı yıl mali durumunun iyi olduğunu düşünerek o dönem Rusya'da çalışan İsviçreli bir sanatçının kızı Catharina Gsell'le evlendi. Çift, Neva Nehri'nin kenarında huzurlu bir evde yaşamlarını sürdürdü.

On dört yıl süren ilk Sen Petersburg dönemi boyunca Euler, Rus okullarında kullanılmak üzere hem temel hem de ileri düzeyde matematik ders kitapları yazdı. Rus hükümeti tarafından önüne konulan pek çok pratik probleme çözümler getirdi. Euler, matematik profesörlüğünün yanı sıra coğrafya bölümünden de sorumluydu. Buradaki görevlerinden biri, ülkenin haritasının çıkarılması işiydi. Euler yine de esas itibariyle matematik araştırmalarıyla meşgul oluyordu. Bu dönemdeki muhtemelen en bilinen çalışması Königsberg'in yedi köprüsünün formülasyonu ve çözümüne dair 1736 tarihli problemdir. Bu çalışma günümüzde çizge kuramı olarak bilinen matematik kolunun başlangıç noktasıdır. Euler bu bağlantıyı kurarken büyük olasılıkla Bernoulli'lerin

birinden duymuş olduğu Leibniz'in "analysis situs" terimini kullanır. Bu sırada Euler, matematiksel analizin sistemli bir biçimde Newton dinamiklerine uygulanabileceğini gösterdiği *Mechanica* adında bir bilimsel inceleme kaleme almıştı. Aslında bu dönemde Euler, yayımlanmak üzere doksana yakın çalışma kaleme alırken daha sonra geliştirilecek farklı pek çok önemli konuda da notlar aldı. Académie Royale des Sciences'ın her yıl verdiği ödül için yarıştı. Daniel Bernoulli'nin rekorunu geride bırakarak on iki kez bu ödülü almaya hak kazandı. Sağ gözünü yitirmesi de işte tam bu dönemde gerçekleşti. Bunun nedeninin skrofula (glandüler tüberküloz) olma olasılığı epey yüksek.

Ne yazık ki, bebek çar VI. İvan'ın annesi naip Anna Leopoldovna'nın ölümünün ardından Rusya'da koşullar yeniden can sıkıcı bir hal aldı. Euler 1741'de Prusya Kralı Büyük Friedrich'in davetini kabul ederek bir düşüş döneminin ardından yakın zamanda yeniden yapılandırılmış olan Potsdam'daki Preussischen Akademie der Wissenschaften'e geçti. Berlin'de bulunduğu yirmi beş yıl boyunca Sen Petersburg Akademisi'nden maaş almaya devam ettiğinden fiilen her iki kurum için de çalıştı. İlk başta kraliçe, isteklerine karşılık Euler'den yalnızca tek sözcüklük yanıtlar alabiliyordu. Kraliçe ona "O halde benimle neden konuşmuyorsun?" diye sorduğunda, Euler "Çünkü, efendim, insanların konuştukları takdirde asıldıkları bir ülkeden henüz geldim," diye yanıtlamıştı. Kraliçe, verdiği içten yanıta karşın Euler'in çekingen ve ihtiyatlı biri olduğuna hükmetmişti. Euler'ler ilk başta Behrenstrasse'de günümüzde hâlâ olduğu gibi korunan bir eve yerleştiler. Daha sonra şehrin biraz dışındaki Charlottenburg'da bir mülk sahibi oldular.

Varyasyonlar analizi üzerine hazırladığı bir inceleme olan başyapıtı, *lingua franca*'daki* adıyla *Methodus inveniendi lineas curvas maxime minimive proprietate gaudentes*'i bu dönemde tamamladı. Bu eserin 1744'te yayımlanmasıyla elde ettiği diğer payelerin yanında Royal Society of London ve Académie Royale des Sciences üyeliklerine seçildi. 1750'de bir dışbükey çokyüzlünün

---

* Latince o dönemde ortak bilim dili olma özelliğini sürdürüyordu. (ç.n.)

yüz, kenar ve köşeleriyle ilgili ünlü formül sanısını ortaya koyarak bunu ispatlamaya girişti. Kralın Anhalt-Dessau prensesi olan kuzinine verdiği fen derslerinin bulunduğu ünlü *Lettres à une Princesse d'Allemagne* (Bir Alman Prensesine Mektuplar) adlı daha popüler tarzdaki eserini yayımladı. 1760-1762 arasında yazılmış olan bu 234 mektup bilimin popülerleşmesi açısından on sekizinci yüzyıl içindeki en başarılı örneklerden biridir ama bunun da ötesinde görünürdeki amaçlarından başka bize doğa felsefesinin, on sekizinci yüzyılın önemli bilginlerinden biri tarafından yazılmış en etraflı ve geçerli yorumunu sunar. Mektuplar Almancadan pek çok dile çevrildi. Yine de tüm bu eserler Euler'in olağanüstü işlerini gösterebilecek örneklerden sadece birkaçıdır.

Büyük Friedrich bilimin devletin hizmetinde olması gerektiğini düşünüyordu. Ona göre bilim, daha fazla teknolojik ilerleme sağlayabilmeliydi. Friedrich, her şeyin ötesinde ordusunu güçlendirme ve topraklarını zenginleştirmenin peşindeydi. Friedrich'in kuramsal bilim ya da matematik konusunda çok az bilgisi vardı. Bu nedenle, akademideki bilimcilerin yaptıklarının önemini günlük yaşama ve askeri alana uygulanabilirliğiyle ölçüyordu. Yine de kralın bu kısıtlı bilim anlayışına karşın akademide büyük çapta kuramsal bilim araştırmaları gerçekleştirilebiliyordu, çünkü kralın akademi üyelerine verdiği uygulamaya yönelik problemler yoğun çaba gerektiren işler değildi. Böylece bağımsız çalışmalara ayrılabilecek çok fazla zaman kalıyordu. Euler bir dostuna "(Araştırmalarım için) istediğim her şeyi yapabiliyorum. Kral beni kendi profesörü olarak görüyor ve sanırım dünyadaki en mutlu insan benim," demişti. Ne yazık ki bu durum fazla uzun sürmeyecekti.

İlk başta akademiye büyük Fransız bilimci Pierre Maupertuis başkanlık ediyordu. 1759'daki ölümünün ardından Euler, kendisine hiçbir koşulda güven duymayan kralın doğrudan gözetimi altında idareyi ele aldı. Önemli idari sorumluluklarının yanı sıra Euler'den mali, balistik, gemi seyri, su tedariği vb. pratik konularda da görevler üstlenmesi istendi. Ayrıca, bilimsel aletlerin satın alınması, su değirmenlerinin yapılması, piyangoların idare edilmesi, kanalların geliştirilmesi ve hatta akademi bahçesinin çevresi-

ne yapılacak taş duvarın inşaatı gibi konularda krala tavsiyelerde bulunması bekleniyordu. Yedi Yıl Savaşı boyunca çoğu zaman Berlin'de bulunmamasına karşın Prusya monarşisi akademinin yönetimiyle, özellikle işe alımlar konusuyla yakından ilgilendi. Sonuç olarak bu durum kralın biraz akademik özgürlük beklentisi içindeki Euler'le olan ilişkisinde bir açmaza neden oldu. Euler, bir gözündeki görüş kaybına gönderme yaparak ondan "tepegözüm" diye bahsederek hor gören kralın gözünden giderek düştü. Böylece Euler 1766'da elli dokuz yaşındayken, kralın tüm hoşnutsuzluğuna karşın Berlin'den ayrılarak Sen Petersburg'a döndü.

Ölümüne dek on yedi yıl sürecek Sen Petersburg'daki bu ikinci dönemi boyunca Rus tahtında Alman kökenli Çariçe II. (Büyük) Yekaterina oturdu. Çariçe Euler'in geçimini sağlaması için hiçbir şeyden kaçınmadığı gibi aşçılarından birini de Euler'in hizmetine verdi. Euler sonradan şöyle yazmıştı: "Rus İmparatorluk Akademisi'nde bir dönem geçirme bahtiyarlığına kavuşmuş olan ben ve benim gibiler şu an olduğumuz kişi olmamızı ve sahip olduklarımızı, o zamanlar akademide bulunan uygun koşullara borçlu olduğumuzu kabul etmek durumundayız." Bununla birlikte Euler'in Rus başkentine dönüşünde ilk başlarda bazı talihsizlikler peşini bırakmadı. Evi bir yangında kül olduğunda sahip olduğu pek çok şeyi yitirdi. Üstüne üstlük sağlam olan gözündeki kataraktı kaldırmak için geçirdiği başarısız ameliyat sonrasında neredeyse tamamen kör oldu. Neyse ki, Euler'in Tanrı vergisi olağanüstü bir hafızası vardı. Çocukken Vergilius'in *Aeneis*'ini baştan sona ezberlemişti. Karmaşık hesaplamaları kafasından yapma becerisi herkesin malumuydu. Meslek yaşantısının en üretken dönemi olan yaşamının son yıllarında körlüğüyle başa çıkmasında hafızası hiç şüphesiz çok yardımcı olmuştu.

Euler'in ilk karısı Catharina 1776'da yaşamını yitirdi. Çiftin on üç çocuğundan yalnızca üç erkek ve iki kız çocuk hayatta kalabildi. Özellikle Euler çocuklara çok düşkündü, sık sık kucağında bir çocukla matematik çalışırdı. 1777'de Catharina'nın üvey kardeşi Salome Abigail Gsell'le evlendi. Euler, 18 Eylül 1783'te felç geçirerek yetmiş altı yaşında yaşama veda etti. Öldüğü günün sabahın-

da torunlarından birine matematik dersi vermiş, balonların yükselmesiyle ilgili bazı hesaplamalar yapmış ve asistanlarıyla, yeni keşfedilen gezegen Uranüs'ün yörüngesine ilişkin bilgi alışverişinde bulunmuştu.

Euler'in enerjisi bitmez tükenmez gibi görünüyordu. Soyut matematikteki başlıca konuları analiz, diferansiyel denklemler, eğri ve yüzeylerin analitik ve diferansiyel geometrisi, sayılar kuramı, sonsuz seriler ve varyasyonlar analiziydi. Uygulamalı matematikte analitik mekaniği yarattı. Mekanik, cebir, matematiksel analiz, analitik geometri, diferansiyel geometri ve varyasyonlar analizi üzerine yaklaşık bir yüzyıl boyunca temel eserler haline gelen çok rahat okunabilir ders kitapları yazdı. Matematiksel fizik alanında Daniel Bernoulli'nin çalışmalarını temel almıştı. Örneğin, hidrodinamikte ideal bir akışkanın hareketini tanımlayan temel diferansiyel denklemleri keşfetmiş, bu denklemleri kanın insan vücudundaki akışına uygulamıştı. Isı kuramında, ısıyı moleküllerin salınımı olarak kabul ederek Daniel Bernoulli'yi takip etti. On sekizinci yüzyıl bilimcileri arasında ışığın parçacık kuramına karşı dalga kuramını savunan az sayıdaki kişiden biriydi. Sesin yayılmasını inceledi, ışığın kırınımı ve dağılımına ilişkin pek çok sonuca ulaştı.

Bununla birlikte Euler matematiği pratik problemlere uygulamaktaki becerisiyle de büyük biriydi. Örneğin, kirişlerin bel vermesini inceleyerek kolonların güvenli olarak taşıyabileceği yükleri hesapladı. Gökcisimlerinin, gezegenlerin yörüngesi üzerinde uyguladığı dürtme etkisini hesapladı. Eğik atılmış cisimlerin sürtünmeli ortamlarda izlediği yolları hesapladı. Optik aletler üzerine yazdığı üç ciltlik eser, teleskop ve mikroskopların tasarımına büyük katkıda bulundu. Gemi tasarımıyla ilgili çalışması denizciliğin gelişimini sağladı. Gelgitlere ilişkin bir kuram geliştirdi. İlgi alanları yalnızca matematikle yakından ilgili olan konular değildi. Kimya, coğrafya, haritacılık ve bunlara benzer pek çok konu üzerinde yazılar yazmıştı.

Hiçbir matematikçi Euler kadar yayın yapmamıştır. Neredeyse 900'e yakın makale, inceleme, kitap ve başka eserler kaleme aldı. Bunların yaklaşık yarısı, neredeyse tamamen kör olduğu ve her

şeyi asistanlarına dikte ettirdiği ikinci Sen Petersburg dönemine aittir. On sekizinci yüzyılın son üç çeyreğinde matematik, matematiksel fizik, astronomi ve mühendislik bilimleri alanlarında yayımlanmış tüm eserlerin yaklaşık üçte birinin Euler tarafından yazılmış olduğu tahmin ediliyor. Euler yaklaşık 560 farklı başlıkta eser yayımlamış olsa da bundan daha fazlası yaşamı boyunca yayımlanamamıştı. Yetmiş yıldan bu yana *Opera Omnia* (tüm çalışmaları) ortalama her yıl bir büyük kitap çıkacak biçimde yayımlanmaya devam ediyor (orijinal yayım programı neredeyse tamamlanmak üzere). Ancak pek çok cilde sığacak yayımlanmış çalışmalarının yanı sıra Euler ardında uzun yıllar boyunca edebiyat araştırmacılarının ilgisini çekecek zengin bir yazışmalar yığını, kişisel günlükler ve daha pek çok yazılı kaynak bıraktı.

Euler kıskançlık nedir bilmeyen alçakgönüllü bir adamdı. Leibniz için söylendiği gibi o da başkalarının bahçesinde tohumlarını kendisinin verdiği bitkilerin çiçek açtığını görmekten çok memnun olurdu. Euler'in yalnızca birkaç özel öğrencisi olmuştu ve bunlardan hiçbiri üstün bilimciler değildi. Yine de Laplace'ın dediği gibi Euler zamanının tüm matematikçilerinin öğretmeniydi. On sekizinci yüzyıl matematikte Euler çağı olarak adlandırılabilir ama matematik bilimlerinin gelişmesi üzerindeki etkisi bu dönemle sınırlı değildir. On dokuzuncu yüzyılın önemli matematikçilerinin ortaya koyduğu çalışmaların çoğu kaynağını doğrudan Euler'in çalışmalarından almıştır.

Jean-Le-Rond D'Alembert (1717-1783)

On yedinci yüzyılın sonları ve on sekizinci yüzyılın başlarında Fransızların, İngilizlerin Newton'u ya da Almanların Leibniz'iyle karşılaştırılabilecek bir matematikçileri yoktu. Ne var ki, XIV. Louis'nin hükümranlığının son dönemlerindeki vasat Fransız matematiğinin ardından tüm zamanların en parlak dönemlerinden biri geliyordu. Hem de ne Britanya'dan ne de Almanya'dan büyük bir matematikçinin ortaya çıkmadığı bir dönemde. On sekizinci yüzyıl Fransız matematiğinin çıkardığı yıldızların ilki d'Alembert genellikle Euler'le anlaşmazlık içindeydi. Euler, d'Alembert'e kıyasla daha güçlü bir matematikçi olmasına karşın d'Alembert'in görüşlerinden sık sık yararlanırdı. Oysa matematik

d'Alembert'in ilgi alanlarından yalnızca biriydi. D'Alembert, uluslararası bir hareket olmasına karşın Fransa'da özel bir anlam kazanan Aydınlanma'nın önde gelen isimlerinden biriydi.

Jean-le-Rond d'Alembert 17 Kasım 1717'de Paris'te dünyaya geldi, yani Euler'den on yaş küçüktü. Ünlü salon hanımefendisi ve döneminin romancısı, Tencin Markizi Claudine-Alexandrine Guérin ile süvari subayı Şövalye Louis-Camus Destouches-Canon'un öz oğullarıydı. Rahibelikten ayrılmış olan annesi yeniden manastıra dönmek zorunda kalmanın verdiği endişeyle yeni doğmuş çocuğunu Notre Dame Katedrali'ndeki manastırın merdivenlerine bıraktı. Ne var ki, babası Picardie'de büyütülen ve bulunduğu kilisenin adıyla vaftiz edilen çocuğun izini sürdü. Destouches-Canon oğlu için Paris'te Rousseau adında bir zanaatkâr ve eşinin yaşadığı bir ev buldu. D'Alembert kırk yedi yaşına dek bu aileyle birlikte yaşadı, en iyi bilimsel ve edebi eserlerini de bu çatı altında üretti. Destouches-Canon aynı zamanda çocuğun eğitimiyle de ilgilendi. Destouches-Canon ölümüyle, o zaman yalnızca dokuz yaşında olan oğluna yaşamının sonuna dek kullanacağı mütevazı bir gelir bıraktı. Pek de erdemli bir yaşantı sürmeyen annesi oğluyla hiç ilgilenmedi. D'Alembert adı Alman Darenberg'in Fransızca karşılığı olabilir ama böyle olsa bile bu durumun ne anlama geldiği bilinmiyor.

D'Alembert, klasik eğitimin* ve retoriğin dahil olduğu –normalden daha fazla matematik eğitimi sunan– bir öğretim programına sahip Cizvit okulu Collège des Quatre Nations'a (kimi zaman kurucusu Mazarin'in adıyla anılır) girdi. Geleneklere aykırı olarak bu okulda matematik dersleri Latince değil Fransızca yapılırdı. Genç adam okulun mükemmel kütüphanesinden epeyce yararlanmıştı. 1735'te bakaloryasını aldıktan sonra öğretmenlerinin tüm ikna çabalarına karşın dini bir meslek yaşantısına karşı çıktı. Matematikçi olmaya karar vermeden önce bir süre hukuk ve tıp eğitimi aldı. Neredeyse hiç resmi eğitim almamış olmasına karşın anlaşılan kendi başına yaptığı çalışmalar sayesinde yalnızca Newton'un değil,

---

* Eski Akdeniz uygarlıklarıyla ilgili dil, edebiyat, felsefe, tarih, sanat ve arkeoloji eğitimi. (ç.n.)

L'Hospital ve özellikle Bernoulli'ler olmak üzere zamanının diğer matematikçilerinin çalışmalarına da aşinaydı.

D'Alembert 1739'da yirmi iki yaşındayken Paris'teki Académie Royale des Sciences'a ilk tebliğini gönderdi. Sonraki iki yıl boyunca akademiye, diferansiyel denklemlerin integralinin alınma yöntemleri ve cisimlerin sürtünmeli ortamlardaki hareketine ilişkin beş tane daha tebliğ gönderdi. Tebliğlerine yanıt, kendisinden yalnızca dört yaş büyük olmasına karşın akademi üyesi olan Alexis Clairaut'dan geldi. D'Alembert'in akademi üyeliğine seçilmek için yaptığı birkaç girişim ancak 1741'de olumlu sonuç verdi.

D'Alembert iki yıl boyunca rasyonel mekanik (günümüzde kuramsal mekanik olarak adlandırılıyor) konusunda çok çeşitli problemler üzerine çalışarak *Traité de dynamique* (Dinamik Üzerine) adlı eserini yayımladı. Bu ünlü eserinde d'Alembert, Newtoncu ilkelere dayanarak mekaniğin yeni bir dalını açıklamaya çalışmıştı. Bilimsel incelemenin ilk bölümünde kendisine ait üç hareket yasasını ortaya koydu. Her durumda semboller yerine sözcüklerle ifade edilen Newton yasalarını zamanının diğer araştırmacıları gibi sadece uyarlamakla kalmadı; ilk iki yasanın, fizikselden ziyade matematiksel bir akıl yürütmeyle uzay-zamanın temel düşüncelerinden kaynaklandığını gösterdi. Üçüncü yasaya gelene dek fiziksel kabuller yapmamıştı. Momentumun korunumunu dolaylı olarak kabul ederek kuvvet kavramından uzak durdu. Kendi adını taşıyan ilke, Daniel Bernoulli'nin çalışmasında bulunabilir. Bu ilke daha çok, Newton yasalarının kullanılması için sunulan daha kullanışlı bir kural görünümündedir ve aslında mantıksal olarak bu yasalardan kaynaklanmamıştır.

D'Alembert 1744'te akışkanlar mekaniğiyle ilgili o zamanın belli başlı problemleri hakkında rehber niteliğindeki *Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides* (Akışkanların Hareketi ve Dengesi Üzerine) adlı eserini yayımladı. Clairaut da aynı yıl içinde benzer bir eser yayımlamıştı. D'Alembert'in bir sonraki eseri *Réflexions sur la cause générale des vents* (Rüzgârların Genel Nedenleri Üzerine Düşünceler) hatalı kabuller üzerine dayansa da matematiksel fizikte ilk kez olarak kısmi diferansiyel denklemler kullanılmıştı. Bu

eser, yöntemlerinin Euler tarafından mükemmelleştirildiği durumlardan yalnızca biriydi. Bir diğeri ise fizikte ilk kez dalga denklemlerini gördüğümüz (doğru olmayan) titreşen teller kuramıydı. Daha sonra d'Alembert gökcisimleri mekaniğine yönelerek 1749'da *Recherches sur la précession des équinoxes et sur la nutation de la terre* (Ilım Noktalarının Yalpalaması ve Yer Ekseninin Dalgalanması Üzerine) adlı büyük eserini yayımladı. Dalgalanma (üğrüm) Ay'ın etkisiyle Dünya ekseninde gerçekleşen yalpalamadır. Sonraki on yıl boyunca d'Alembert bir önemli bilimsel eser daha kaleme aldı. Bu eser, 1754-56 yılları arasında yazılan üç ciltlik *Recherches sur différentes points importantes du système du monde* (Yer Sisteminin Değişik Önemli Noktaları Üzerine Araştırmalar) idi. Esas olarak Ay'ın hareketlerine adanmış olan eser kısmen, Clairaut'nun görüşleri karşısında iddialarının özgünlüğünü korumaya yönelikti. Çoğu zaman olduğu gibi d'Alembert'in kuramı daha iyiydi ama Clairaut'nun yöntemleri gökbilimciler açısından daha kullanışlıydı.

Mütevazı bir başlangıçtan sonra zirveye ulaşmış olduğundan d'Alembert bu konumunu kaybetmek istemiyordu. Akademideyken rakiplerinin önüne geçebilmek için çok fazla mücadele etmesi gerekmişti. Ya şans eseri ya da içindeki rekabetçi duygu nedeniyle d'Alembert her zaman diğer ünlü matematikçilerle –ilk başlarda Clairaut, daha sonra Daniel Bernoulli ve Euler– aynı problemler üzerinde çalışıyor olurdu. Hep önceliğini kaybetme korkusu yaşardı. Çalışmasının anlam ve öneminin sorgulandığı aceleyle hazırlanmış yayınlar yaptığı dönemlere girerdi. Euler en yeteneklileri olsa da bu diğerlerinin önemli katkılar yapmadığı anlamına gelmemektedir. Euler'in önceliğe sahip olmak gibi bir derdi olmadığından başka insanların yaptığı katkıları takdir etme konusunda da biraz kayıtsız davranır, insanların gücenmesine neden olurdu. D'Alembert'in canının sıkılmasında haklı gerekçeler olsa da o enerjisini kuramlarının hak ettiği açıklamaları yapmak yerine kısır tartışmalarda tüketirdi. En başarılı düşüncelerinden pek çoğu, Euler bunları yeniden ele alıncaya dek anlaşılamamıştı.

D'Alembert Preussischen Akademie der Wissenschaften'in düzenlediği ödüllü bir yarışma için akışkanlar mekaniği üzerine bir

inceleme sundu ama eseri en iyi çalışma olarak değerlendirilse de ödüle layık görülmedi. D'Alembert bu karardan Euler'i sorumlu tuttu. Zaten araları iyi olmayan ikilinin ilişkisi daha da bozuldu. Söz konusu inceleme "Akışkanların Direncine İlişkin Yeni Bir Kuram Denemesi" adıyla 1752'de yayımlandı. Bu denemede d'Alembert hidrodinamik diferansiyel denklemlerini bir vektör alanı cinsinden ifade ederek hidrodinamik paradoksu tanımladı. Bir kez daha d'Alembert, Clairaut, Daniel Bernoulli ve Euler aynı konu üzerinde çalışıyorlardı. Bu dörtlüden her biri bir diğerini etkilemişti.

Diğer konularda iyi bir yazar olmasına karşın (Voltaire'e göre çağının en iyisi) yaptığı matematiği çok seyrek olarak iyi bir biçimde sunardı. D'Alembert'in matematiksel düşüncelerini açıklamaya yönelik dikkat eksikliğinin bir nedeni de zamanının entelektüel yaşamının pek çok alanında yer almasıydı. 1740'lı yıllarda zamanının sosyal ve entelektüel kabullerine yönelik eleştiri dalgasına katılarak *philosophes* olarak bilinen entelektüel grubun bir parçası oldu. Bu çevrelerde matematik büyük bir itibar görüyordu. Newton'un gezegenlerin hareketini açıklamadaki başarısının ardından ussal sorgulamanın matematiksel bir model aracılığıyla tüm bilginin düzgün bir şekilde düzenlenebileceği ve insan ilişkilerinde de düzgün bir yönetimin sağlanabileceği umut ediliyordu. Aydınlanma olarak bilinen, bilginin yeniden düzenlenme ve ussal zeminlerde değerlendirilme hareketi özellikle Fransa'da çok güçlüydü. Fransa'da bu hareket, dinin içindeki batıl inançlara saldırmanın, hukukta reforma gidilmesinin ve daha sonra mevcut kurumların alaşağı edilmesinin bir yolu olarak görülüyordu. D'Alembert *philosophes*'lerin pek çoğunun da yaptığı gibi her gün sabah ve öğleden sonraları çalışıyor, akşamları da salon toplantılarına katılıyordu. Anlam dolu bir yüze sahip nazik yapısı, ince sesi, hoşsohbet oluşu, taklit yeteneğiyle neşeli ve esprili biri olarak tanınırdı. Kırk yedi yaşında büyüdüğü evden ayrılırken "Memeden kesilmemin zamanı geldi," demişti.

Aydınlanma yalnızca konuşmadan ibaret değildi. En somut kazançlarından biri 1745 ile 1772 arasında yayımlanmış ve Denis Diderot tarafından düzenlenmiş on yedi ciltlik *Encyclopaedia*

idi. D'Alembert bu büyük eserin etkili giriş yazısında bilginin birliği üzerine olan düşüncelerine özet halinde yer verdi. Bu yazı *Encyclopaedia*'nın başarısında büyük ölçüde etkili olurken d'Alembert'in 1754'te Académie Royale des Sciences'ın edebiyat alanındaki karşılığı Académie Française'e seçilmesinin de başlıca sebebiydi. D'Alembert on sekiz yıl sonra bu saygın kurumun *secrétaire perpétuelle*'i (daimi sekreteri) seçildi. Görevlerinden biri akademi üyelerinin ölümlerinin ardından resmi konuşmaları hazırlamaktı. Tüm çabalarına karşın görev yaptığı dönem içinde Académie Française edebi açıdan kayda değer bir şeyler üretme konusunda pek de başarılı olamadı.

D'Alembert bir süreliğine bilimsel editörlüğünü yaptığı *Encyclopaedia*'da çok sayıda matematik makalesi kaleme aldı. Konuyu üç ana kola ayırmıştı: Soyut, soyut ve uygulamalı arası ve fiziksel matematik. Soyut matematikte aritmetik ve geometri yer alıyordu; soyut ve uygulamalı arası matematik mekanik, geometri, optik, akustik, pnömatik ve sav oluşturma sanatı ya da başka bir deyişle şans oyunlarından oluşuyordu; fiziksel matematikte ise matematiksel hesaplama deneye uygulanarak kesinliği geometrik doğruluğa yakın olan fiziksel çıkarımlar elde edilmeye çalışılıyordu.

Encyclopaedia'cılar arasında bir ayrılık baş gösterdi. Bir tarafta Diderot başkanlığındaki materyalistler, diğer tarafta ise Voltaire'in başını çektiği daha ılımlı bir grup yer alıyordu. Diderot bir yandan sıradan matematiğin "elverişsizliğine" karşı çıkarken saçma psödo-matematiksel bir temel oluşturduğu biyolojiye meyletti. D'Alembert Voltarie'in tarafında yer alarak 1758'de *Encyclopaedia* ile ilişkisini kesti. 1760'lı yıllara gelindiğinde entelektüel akım matematikten uzaklaşmaya başlamıştı. D'Alembert hâlâ matematikle ilgilenen bir diğer *philosophe*, olasılık kuramcısı Condorcet'yle bu alanda yalnız kaldıklarını gördü. 1780'e dek geçen yirmi yıllık dönem boyunca d'Alembert her türlü konuya ilişkin denemelerinin yer aldığı *Opuscules mathématiques* (Matematik Yapıtları) adlı bir dizi yayımladı. Bu eserdeki denemeler d'Alembert'in büyük ölçüde daha önce yazmış olduklarının üzerinden geçerek geliştirdiği yazılardı.

D'Alembert çok az seyahat etmişti. Yalnızca bir kez, 1764'te II. Friedrich'in sarayına yaptığı gezi için çok kısa süreliğine Fransa'dan ayrıldı. Prusya kralı, Fransız olan pek çok şeyden büyüleniyordu. Çocukken Fransızca öğrenmiş, Alman dilinde hiçbir zaman yetkinleşmemişti. XIV. Louis'nin dilini kültür dili olarak görüyor, Almancayı kaba buluyordu. Prusya tahtına oturduktan çok kısa bir süre sonra Preussischen Akademie der Wissenschaften'in kurulmasıyla ilgilenmesi dostu Voltaire sayesindeydi. Voltaire'in tavsiyesiyle d'Alembert'i akademinin başına getirmeye çabaladı ama d'Alembert bu onuru geri çevirerek yerine Euler'i önerdi. Bu durum ikilinin arasında oluşan ayrılığın az da olsa azalmasını sağladı.

D'Alembert bilimsel konuların yanı sıra hukuk ve din üzerine de yazılar yazdı. Ziyaretine gittiği Voltaire'in etkisiyle isimsiz olarak tahrik edici bir kitap yayımladı. Kitapta Janseniusçuların ve Cizvitlerin baskılanmasını talep ediyordu. Sosyal felsefeci Jean-Jacques Rousseau'yla çatıştı. Müzik üzerine özellikle de besteci Rameau'nun müzik yapısı hakkındaki düşünceleri üzerine yazdı. Bu yaptıklarının bilimle pek ilgisi olmasa da bize onun geniş bir yelpazedeki ilgi alanlarıyla ilgili bir fikir vermektedir.

Hayatının aşkı, Madame du Deffand'ın kuzini Julie de Lespinasse idi. D'Alembert Deffand'ın salon toplantılarının müdavimlerindendi. Salon üyelerinin ayartılmasıyla ilgili bir tartışmanın ardından Julie, d'Alembert'in de yardımıyla kendi salonunu kurdu. Çiçek hastalığına yakalanan Julie, d'Alembert'in hastalık boyunca gösterdiği ilgi sayesinde yeniden sağlığına kavuştu. 1765'te bu kez d'Alembert hastalandığında Julie onu yetiştirildiği evden ayrılması ve onun yanına taşınması konusunda ikna etti. Sonraki on yıl boyunca d'Alembert'in yaşamı Julie'nin salonu çevresinde geçtiğinden, Julie'nin 1776'daki ölümü onun için büyük bir darbe oldu. Birlikte oldukları zaman boyunca Julie'nin başka bir erkekle de tutkulu bir ilişki içinde olduğunu göz önüne seren mektupları görmesiyle yaşadığı acının yanında bir de kendini küçük düşürülmüş hissetti.

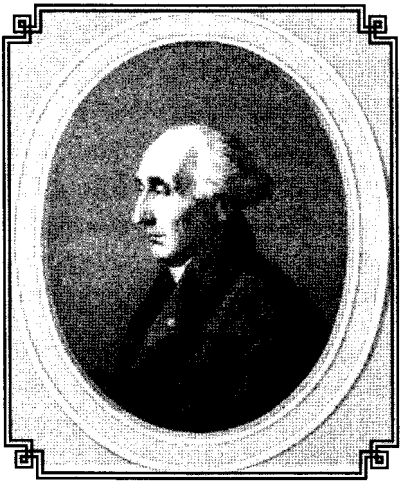
D'Alembert yaşamının son yedi yılını Louvre'daki küçük ve hayli kasvetli bir dairede geçirdi. Bu daire kendisine Académie Française'in daimi sekreteri olmasından dolayı verilmişti. Hâlâ tek ilgi alanı ol-

masına karşın matematik yapamaz bir durumdaydı. Yalnız ve acı içinde matematiğin geleceğiyle ilgili umutsuzluğa kapıldı. Yine de genç matematikçileri desteklemek ve cesaretlendirmek için elinden geleni yapıyordu. Son yıllarının en önemli başarısı mekanikte kendi çalışmalarıyla boy ölçüşebilecek çalışmalar ortaya koyan Lagrange ve Laplace'ı matematiğe kazandırmasıydı. D'Alembert'in bildiği mekanik kuramını fiilen sona erdirecek olsalar da öğrencilerinin gelecekteki başarılarını öngörmesi kendisini az da olsa tatmin etmiş olsa gerek. Öngörememiş olacağı bir şeyse çalışmalarında küçük bir ayrıntı olarak kullandığı karmaşık sayıların bir sonraki yüzyılda yoğun bir şekilde kullanılacak olması ve matematiğin on sekizinci yüzyıl düşünce sisteminin koyduğu sınırları aşacak olmasıydı.

Jean-le-Rond d'Alembert 29 Ekim 1783'te altmış beş yaşındayken Euler'den yalnızca birkaç hafta sonra yaşamını yitirdi. Belki de çok uzun yaşadı. Ondan önce yaşamını yitiren diğer pek çok *philosophes* ve 1780'li yıllarda hâlâ hayatta olanlar artık bir zamanlar oldukları gibi genç, heyecanlı devrimciler değillerdi. Elde ettikleri politik başarılar somut sonuçlara yol açmadı. Yine de büyük ölçüde Diderot'nun da belirttiği gibi genel düşünme şeklini değiştirmiş ve belki de Fransa'daki entelektüel yaşam üzerinde olumlu etkiler yapmıştı. Derlenen edebiyat eserleri yayımlanırken, matematik çalışmaları yayımlanmamıştı.

D'Alembert, Descartes geleneğinden gelen bir matematikçi ve Euler'e pek de benzemeyen bir bilgindi. Bir zamanlar belirttiği gibi matematiğin kesinliği, ilgilendiği şeylerin basitliğinden ileri geliyordu ve d'Alembert bu düşüncesini doğayla ilgili görüşleriyle ilişkilendiriyordu. Bununla birlikte bu, sadece bir soyut matematikçinin görüşü değildi; aynı zamanda pek çok uygulamayı da kapsıyordu. Olasılık problemleri, olası yaşam süresi ve bunun gibi pek çok konuyla ilgileniyordu. Fonksiyonların limitleri ve serilerin yakınsamasıyla ilgili düşünceleri zamanının çok ötesindeydi ve analiz matematiğinin en nihayetinde temellerinin oturduğu ana kavram yani diferansiyeli bir fonksiyonun limiti olarak görme konusunda da zamanında tekti. Ne yazık ki ortaya koyduğu yaklaşım çağdaşlarınca diferansiyelin doğasını açıklamakta diğer yöntemlerden daha açıklayıcı olarak kabul

görmedi. Son olarak d'Alembert, zamanı dördüncü boyut olarak kabul eden tarihteki ilk kişi olarak görünüyor. 1754'te şöyle yazmıştı: "Daha önce üç boyuttan fazlasını düşünmenin mümkün olmadığını söylemiştim. Çok zeki bir tanıdığım zamanın da pekâlâ dördüncü boyut olarak kabul edilebileceğine, zaman ile hacmin çarpımının bir şekilde dördüncü boyutun bir sonucu olabileceğine inanıyor; bu düşünceye karşı çıkılabilir ama bana öyle geliyor ki en azından getirdiği yenilikle değer verilmeyi hak ediyor." D'Alembert'in bu zeki tanıdığının kendisi olduğu düşünülmektedir.



Joseph-Louis Lagrange (1736-1813)

Joseph-Louis Lagrange en çok analiz ve mekaniğe yönelik uzlaşmaz resmi yaklaşımıyla tanınır. Tüm fonksiyonları güç serileri olarak kabul ederek mekaniğin tümünü hiç geometri kullanmadan böylesi fonksiyonların analizine indirgemeye çabaladı. Lagrange ölümünün ardından takip edilecek örnekler, çözülecek yeni problemler ve matematiğin tüm kollarında geliştirilecek yöntemler bıraktı. Bonaparte onu matematik bilimlerinin "yüce piramidi" olarak tanımlamıştı.

On sekizinci yüzyılda Torino, Piemonte'nin başkenti ve Sardinyalı Savoia krallarının tahtının bulunduğu yerdi. Giuseppe Francesco Ludovico Lagrangia Torino'daki bakanlıklarda hazinedardı. Ka-

rısı Teresa Grosso, Torino yakınlarında küçük bir kasaba olan Cambiano'da yaşayan bir doktorun kızı ve aynı zamanda varlıklı Conti ailesinin bir üyesiydi. Oğulları Joseph-Louis 25 Ocak 1736'da, ailenin pek çoğu çocuk yaşta yaşamını yitiren on bir çocuğundan biri olarak bu kasabada dünyaya geldi. Varlıklı bir aile geçmişleri olmasına karşın ailenin ekonomik durumu çok iyi değildi, çünkü Giuseppe parasının çoğunu kumarda kaybetmişti. Joseph-Louis boşta gezen varlıklı biri olma şansına sahip olmadığı için memnundu. Lagrange kendisine yüklü bir servet kalmış olsaydı yönünü matematiğe çevirmeyebileceğini belirtmişti. Babasının ailesi Touraine'den* geldiği için Lagrange kendini İtalyan'dan çok bir Fransız olarak görüyordu. Eserlerini Fransızca veriyor, Lagrangia yerine, Lagrange ya da La Grange adlarını kullanıyordu. Yine de tüm yaşamı boyunca Fransızcayı belirgin bir İtalyan aksanıyla konuştu. D'Alembert'e göre Lagrange'ın en sevdiği şair Ariosto'ydu.

Babası, Lagrange'ın avukat olmasını istiyordu. Çocukken bu plana hiç karşı çıkmasa da zamanla pozitif bilimlerle uğraşmak istediğine karar verdi. Okul sıralarında çok çekici bulmasa da Eukleides ile Arkhimedes'in eserlerini okudu. Lagrange'ın yaşamındaki dönüm noktası, Britanyalı astronom ve matematikçi Edmund Halley'in yazdığı, analizin Yunan matematiğine üstünlüğünü konu edinen makaleye rastlamasıydı. Bunun ardından matematik çalışmaya öylesine parlak bir biçimde başladı ki on dokuz yaşına geldiğinde Torino'daki Regie Scuole di Artiglieria'nın matematik profesörlüğüne getirilmişti.

Lagrange 1755'te, Euler ve diğer bazı matematikçilerin çözmeye çalıştıkları bazı izoperimetrik problemler üzerinde çalışmaya başladı. Ertesi yıl mekanikte varyasyonlar analizini kullanarak bu yöntemin dinamik problemleri çözmek için en küçük etki ilkesi biçiminde genel bir prosedür sunduğunu gösterdi. Bu sonuçları Euler'le paylaştı. Sonuçlardan hayli etkilenen Euler hemen hemen benzer konudaki ancak daha düşük düzeyde yöntemler kullandığı makalesini yayımlamaktan vazgeçti. Bu olay olduğunda Euler

---

* Fransa'da eski bir şehrin adı. (ç.n.)

Preussischen Akademie der Wissenschaften'in matematik bölümünün başında bulunuyordu. Lagrange, Euler'in aday göstermesi sonucunda akademinin yardımcı yabancı üyesi olarak seçildiğinde Berlin'e taşınmayı düşündü ama daha sonra bir süre daha Torino'da kalmaya karar verdi. En iyi öğrencilerinden bazılarıyla daha sonra Accademia delle Scienze di Torino'ya dönüşecek olan bilimsel araştırmalar derneğini kurdu.

1759'da Accademia delle Scienze di Torino Lagrange'ın da üç önemli makaleyle katkıda bulunduğu ilk inceleme cildini yayımladı. Bu makalelerden ilki varyasyonlar analizi, bir diğeri türev hesabının olasılık kuramına uygulanması üzerineydi. D'Alembert ile Euler arasındaki fikir ayrılığını Euler'den yana sonlandıran üçüncü makale ise titreyen bir telin matematiksel tanımını ortaya koymuştu. Makale Lagrange'ın, konuyla ilgisi olan Newton ve kimi araştırmacıların çalışmalarını iyice gözden geçirdiğini gösteriyordu. Lagrange incelemelerin sonraki ciltlerine de katkıda bulundu. Makalelerinin birinde doğrusal dönüşümler için ilk kez olarak özdeğer kavramının kullanıldığını görüyoruz.

On sekizinci yüzyıl Avrupa'sında bilimsel akademiler genellikle belirli problemlerin çözümlerine ödüller koyarak gökcisimleri mekaniği araştırmalarını özendirmişti. Bunun başlıca nedeni bu tür araştırmaların özellikle denizcilik açısından yararlı olmasıydı. 1764'te Lagrange, Paris'teki Académie Royale des Sciences'ın düzenlediği ve Ay'ın Dünya'ya neredeyse hep aynı yüzünü göstermesine neden olan çekim kuvvetlerinin belirlendiği böylesi bir yarışmaya katılarak büyük ödülü kazandı. İki yıl sonra bu kez Jüpiter, o zaman bilinen dört uydusu ve Güneş arasındaki çekim kuvvetlerine ilişkin daha karmaşık bir probleme kısmi bir çözüm getirerek tekrar büyük ödüle değer görüldü.

Lagrange 1763'te Paris'e gitti; o ana dek yaşadığı şehirden dışarı pek de çıkmışlığı yoktu. Burada büyük bir saygıyla karşılandı ama ne yazık ki gezisi sırasında ağır bir hastalığa yakalandı. Meslek yaşantısıyla yakından ilgilenen d'Alembert, Lagrange'ın Torino'da gerektiği kadar takdir edilmediğini düşünüyordu. Nüfuzunu kullanarak Sardinya kralı ve bakanlarından vaatler aldı

ama bu sözlerden bir şey çıkmayınca d'Alembert yüzünü Berlin'e çevirdi. Lagrange çok geçmeden II. Friedrich'ten cazip bir teklif aldı. Friedrich "Avrupa'nın en büyük kralının" sarayında "Avrupa'nın en büyük matematikçisini" görme isteğini dile getiriyordu. Euler bildiğimiz gibi Sen Petersburg'a dönecekti. Lagrange'a kendisiyle birlikte Sen Petersburg'a gelmesini teklif etti ama Lagrange bu teklifi geri çevirerek 1766'da Preussischen Akademie der Wissenschaften'in matematiksel fizik bölümünün başına geçti. Prusya başkentine doğru yola çıkmadan önce Paris'e bir kez daha geldi. Onuruna verilen bir yemek sonrasında yeniden hastalandı. Yine de Paris'e gelmiş olmaktan hiç pişman olmadı.

Ertesi yıl Lagrange, kuzini Vittoria Conti'yle evlendi. Dostu d'Alembert'in mektubuna cevaben Lagrange şöyle yazmıştı: "Durumumun muhasebesini hatalı ya da doğru yapıp yapmadığımı bilmiyorum hatta daha doğrusu herhangi bir muhasebe yaptığıma da inanmıyorum; belki de kafa karışıklığını göstermek durumunda kalan Leibniz'in yaptığının aynısını yapmış olabilirim. İtiraf etmeliyim ki hiçbir zaman kendimi evliliğe yakın hissetmedim... Ancak koşullar benimle ve tüm işlerimle ilgilenmesi için beni bir hısımımla nişanlanmaya sürükledi. Seni haberdar etmeyi ihmal ettiysem bunun nedeni, tüm olanları önemsiz görmem ve haber vererek seni rahatsız etmeye değmeyecek olmasını düşünmemdir." Bununla birlikte evlilik ilişkisi yıllar içinde derinleşti ve karısı Vittoria on altı yıl sonra müzmin bir hastalıktan yaşamını yitirdiğinde Lagrange büyük bir keder yaşadı.

Matematik çalışmaları açısından Berlin yılları çok verimliydi. Lagrange'ın ders vermesi gerekmiyor, o da neredeyse her ay olasılıktan denklemler kuramına kadar pek çok konuda incelemeler hazırlıyordu. 1767'de "Sayısal Denklemlerin Çözümü Üzerine" başlıklı bir inceleme yayımladı; dört yıl sonra Preussischen Akademie der Wissenschaften'e Galois'nın bakış açısını çok önceden ortaya koyan "Denklemlerin Cebirsel Çözümü Üzerine Düşünceler" başlıklı başka bir inceleme sundu. Sayılar kuramında Fermat tarafından öne sürülen problemlerden bazılarını çözdü. Bunlar arasında her pozitif tam sayı dört tam sayının karelerinin toplamı şeklinde

yazılabilir diyen ünlü kuram da vardı. Gezegenler arası çekim kuvvetlerine ilişkin çalışmalarına devam ederek 1772'de Güneş, Ay ve Dünya arasındaki çekimler üzerine yaptığı incelemeyle üçüncü kez Académie Royale des Sciences'dan büyük ödülü kazandı. 1774'te ve 1778'de tekrar büyük ödülü kazanarak toplam ödül sayısını beşe çıkarttı. Son iki ödülün ilki Ay'ın hareketleri, ikincisi ise kuyrukluyıldızlarda gözlenen dürtmeye ilişkin çalışmaları için verilmişti.

Preussischen Akademie der Wissenschaften'de çalıştığı yirmi yıl boyunca Lagrange, *Méchanique Analitique* (Analitik Mekanik) adını verdiği eser üzerine çalıştı. Eser, analizin katı cisimlere uygulanması üzerineydi. Ulaştığı sonuçlar bir ciltte toplanarak 1788'de yayımlandı. Önsözünde şöyle yazıyordu:

> Şimdiye kadar mekanikle ilgili çok sayıda bilimsel inceleme yapıldı ancak bu seferkinin tarzı tamamen yeni. Bu bilimi (mekanik) ve içinde barındırdığı problemleri çözme sanatını, basitçe geliştirilerek her bir problemin çözümü için gerekli denklemleri verecek genel bir formüle indirgeme problemini kendime görev edindim. Bu çalışmada hiçbir çizim bulunmayacak. Açıkladığım yöntemler ne yorum ne de geometrik ya da mekanik akıl yürütme gerektiriyor, yalnızca düz ve olağan bir yönteme uygulanan cebirsel (analitik) işlemlere gereksinim var. Analizden hoşlananlar mekaniğin onun bir kolu olmasından memnun olacaklar ve etki alanını genişlettiğim için bana minnettar kalacaklardır.

Méchanique Analitique Lagrange'ın başyapıtıydı; Hamilton'a göre ise bilimsel bir şiir. 1774 dolaylarında İtalya'ya, muhtemelen de Torino ya da yeni kurulan akademinin başına geçebileceği Napoli'ye dönmesiyle ilgili konuşmalar yapılıyordu ama bundan bir sonuç çıkmadı. 1780 dolaylarında ise Lagrange depresyona girerek birkaç yıl boyunca genel olarak matematiğe olan ilgisini kaybetti. "Ataletimin giderek arttığını hissediyorum ve bundan on yıl sonra hâlâ matematik yapar mıyım bilemiyorum," diye yazmıştı d'Alembert'e ve şöyle devam etmişti: "Öyle geliyor ki maden zaten çok derinlerde ve yeni yataklar keşfedilmediği takdirde buranın terk edilmesi gerekiyor." Lagrange'dan on üç yaş büyük olan d'Alembert cevaben ona şöyle

yazdı: "Tanrı aşkına, senin için eğlencelerin en büyüğü olan işinden vazgeçme. Belki de son kez elveda. Seni bu dünyada en çok bağrına basan ve sana saygı duyan bu adamın hatırasını hiç unutma."

II. Friedrich'in 1786'daki ölümünün ardından Berlin'de bilime karşı bir ilgisizlik ve yabancılara karşı bir kızgınlık baş gösterdi; bu arada İtalyan prensleri Lagrange'ı saraylarına getirtebilmek için iki misli çaba gösteriyordu. Buna karşın Lagrange'ın yirmi parlak yılın ardından Berlin'den ayrılmasını sağlayan Paris'ten gelen bir teklifti. Temmuz 1787'de, 1772'den beri yardımcı yabancı üyesi olduğu Académie Royale des Sciences'da *pensionnaire vétéran* (duayen emekli konuk) oldu. Fransız başkentinde kendisine her türlü ayrıcalık tanındı; Louvre'da onun için daireler ayrılmıştı. Sosyal ve bilimsel buluşmalarda her zaman içtenlikle karşılandı. Bununla birlikte depresyonu ilerledi; sürekli olarak pencereden dışarı baktığı oluyordu. Dostlarına ve meslektaşlarına artık matematiğin onun için önemli olmadığını söylüyordu.

Lagrange 1792'de elli altı yaşındayken ikinci evliliğini, bir arkadaşı ve meslektaşının genç yaştaki kızı Renée-Françoise-Adelaide Le Monnier'le yaptı. Yeni eşi kendisini tamamıyla ona adamıştı ve söylenenlere göre Lagrange'ın yavaş yavaş yeniden matematiğe ve genel olarak yaşama bağlanmasını sağladı. Ne yazık ki ikinci evliliği de ilki gibi çocuksuzdu.

Devrim sırasında Lagrange, Devrim hükümeti tarafından emekli aylığına bağlanması ve ağırlıklar ile ölçülere bir standart getirilmesi amacıyla görevlendirilen komitede –sonucunda metrik sistem ortaya çıkmıştır– yer almasına karşın siyasi olarak tarafsız kalmayı başardı. Bu komite hakkında Laplace'ın yaşam öyküsünde daha fazla şey öğreneceğiz. 1793'te düşman ülkelerde doğan tüm yabancıların tutuklanmasını ve mallarına el konulmasını öngören yasa yürürlüğe girdi; Lagrange özel olarak kapsam dışında bırakıldı. Bir sonraki yaşam öyküsünde göreceğimiz gibi akademiler kapatıldı fakat bunların yerine yeni kurumlar açıldığından iktidarda hangi hükümet olursa olsun her zaman Lagrange için bir görev bulunabilmişti. 1795'te Ecole Normale'de matematik profesörlüğüne getirildi ve bu kurumun kapanmasından sonra da Ecole

Polytechnique'te profesör oldu. Hâlâ zor ve tutarsız bir dizi yöntem olan analizi düzenlemeye ve sistematik hale getirmeye çabalayan, öğrencilere yönelik iki ders kitabı yazdı.

Lagrange nazik tavırları ve diplomatik becerileriyle tanınırdı. Fiziksel olarak orta boylu, ince yapılı, donuk mavi gözleri olan soluk benizli biriydi. Sinirli ve çekingen bir karakteri vardı. Anlaşmazlıklardan nefret eder ve uzak durmak için de kendi yapmış olduğu şeyleri başkalarının sahiplenmesine ses çıkarmazdı. Preussischen Akademie der Wissenschaften'de Euler'in aksine kraldan yana tavır aldı. Paris'e ilk yerleştiğinde Kraliçe Marie-Antoinette kendisinden çok hoşlandı. Yine de daha sonra Fransız Devrimi'nin liderleriyle iyi ilişkiler içinde olmayı ve daha da sonra kendisine sık sık danışan Bonaparte'ın gözüne girmeyi başardı. Senatörlüğe seçildi, kont ilan edildi ve *Légion d'Honneur Grand Officier* nişanıyla* ödüllendirildi. Yetmişli yaşlarında başyapıtı *Méchanique Analitique*'i ikinci baskı için gözden geçirmeye ve genişletmeye başladı. Ancak uzun çalışma saatleri gücünü ve enerjisini tüketti. Giderek artan sıklıkta baygınlık nöbetleri geçiriyordu. Lagrange 11 Nisan 1813'te yetmiş yedi yaşında yaşamını yitirdi. Bilime yaptığı katkılarına bir saygı göstergesi olarak naaşı Panthéon'a yerleştirildi.

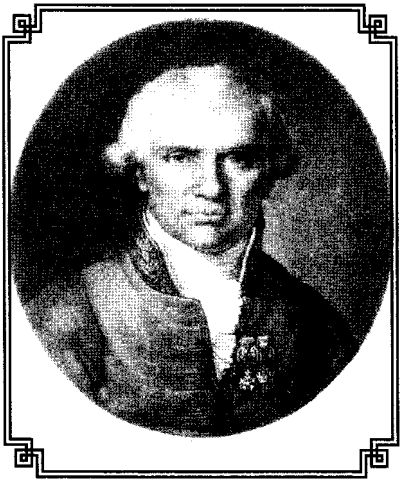
Lagrange diğer matematikçilerin çalışmalarını takip ederdi. Sık sık mektuplaştığı d'Alembert'le olan dostluğu düşüncelerindeki büyük farklılıkları etkilemezdi. D'Alembert'in matematiksel üretimi onu Newton ve Cauchy'ye daha yakın bir konuma koyan bir gerçekçilikle tanımlanırdı. Diğer yandan Lagrange gençliğinde ve kimi zaman da sonraki yıllarda Leibniz'in yaratıcı atılganlığını anımsatan şiirsel bir ruh hali gösterirdi.

Daha sonra göreceğimiz gibi Laplace pek çok yönden Lagrange'la tam bir tezat oluşturuyordu ve açıkça belli ki Lagrange onu pek de umursamıyordu. Laplace'ın kendi çalışmasının önemini vurguladığı hayli gururlu bir mektuba cevaben Lagrange şöyle yazmıştı: "Matematiği her zaman bir hırs nesnesinden çok bir eğlence aracı

---

* Fransa'nın en yüksek onur nişanı *Légion d'Honneur* beş farklı derecede verilir. Bu dereceler önemlerine göre *Grand-croix* (Büyük Haç), *Grand officier* (Büyük Subay), *Commandeur* (Komutan), *Officier* (Subay) ve *Chevalier* (Şövalye) şeklinde sıralanır. (ç.n.)

olarak görmüşümdür ve sizi temin ederim ki başkalarının çalışmalarından, hiçbir zaman memnun olmadığım kendi çalışmalarıma kıyasla çok daha fazla keyif alırım. Demek istediğim, kendi başarınızı kıskanmaktan siz muaf olsanız dahi ben yapım gereği böyle biri değilim." Laplace'ın bir gün Lagrange'ı yemeğe davet etmesinin ardından anlatılan öyküye göre Lagrange alaycı bir biçimde "Senatör gibi giyinmek zorunda olacak mıyız?" diye sorduğunda Laplace dışında herkes bu sözlerdeki kötü niyeti fark etmişti. Lagrange hiç karşılaşmadığı Euler'e karşı her zaman mesafeli durmuş olsa da kendisinden yaşça büyük matematikçiler arasında onu en fazla etkileyen de Euler olmuştur. Bu nedenle Lagrange'ın işleriyle ilgili yapılacak herhangi bir çalışma öncesinde ya da sırasında Euler'in işleri de mutlaka incelenmelidir. Yine de önündeki bu büyük modelin varlığına karşın Lagrange, öncüllerinin çalışmalarını eleştirmesini ve bunun da ötesinde genellemesini, düzenlemesini ve derinleştirmesini sağlayan bir özgünlüğe sahipti.



Gaspard Monge (1746-1818)

Fransız Devrimi sırasında başlamış olan eğitim reformlarının Fransa'da bilimin gelişmesinde derin etkileri oldu. Gaspard Monge bu hareketin başındaki, özellikle de daha sonra Eidgenössische Technische Hochschule, Massachusetts Institute of Technology ve diğer bazı önemli kurumların oluşturulmasına ilham veren ünlü kurum Ecole Polytechnique'in kurulmasında yer alan kişilerden biriydi. Tüm dünyaya yayılan metrik sistemin hayata geçirilmesine de yardım etti. Büyük ölçüde kendisinin kurduğu tasarı geometrisi hâlâ önemini korumaya devam ediyor. Monge, soyut matematikte diferansiyel geometrinin babası olarak kabul edilebilir.

Jacques Monge, Burgonya'da şarap üretimi yapılan Côte d'Or bölgesinin merkezindeki Beaune kentinde küçük bir tüccardı. Karısı Jeanne (kızlık soyadı Rousseau) Burgonya'nın yerlisi olsa da Jacques esas olarak Savoie bölgesinden geliyordu. En büyük oğulları Gaspard 9 Mayıs 1746'da dünyaya geldi. Sahip oldukları mütevazı imkânlara karşın çift, üç oğullarının da hem akademik hem de mesleki alanda iyi bir eğitim alması için olağanüstü bir çaba gösterdi. Üç kardeş arasında en başarılı olan Gaspard daha sonraları anne ve babasının kendisi için yaptığı fedakârlıklardan duygulu bir şekilde söz ederdi.

Monge eğitimine Beaune'deki Oratoryen okulunda başladı. On altı yaşında daha itibarlı bir okul olan Lyon'daki Collège de la Trinité'ye geçti. Çok genç olmasına karşın burada kendisinden fizik dersi vermesi istendi. Kendisi de bir Oratoryen olabilirdi ama 1764'ün yazında ailesini ziyaret etmek için geldiği Beaune'de bir arkadaşıyla beraber ödev olarak şehrin planını hazırladı. Plan, Mézières'deki Ecole Royale du Génie Militaire'in o sırada Beaune'de bulunan müdür yardımcısına gösterildi. Plandan çok etkilenen müdür yardımcısı Monge'un bu prestijli kuruma alınması için gerekli ayarlamaları yaptı. Okul soylu ailelerin, ordunun istihkâm sınıfında bir kariyer hedefleyen erkek çocukları için 1748'de kurulmuştu. Her yıl okula iki yıl sürecek bilimsel ve mesleki bir eğitimden geçirilmek üzere on öğrenci kabul edilirdi. Verilen eğitimde matematik ve fizik büyük bir yer tutardı.

Monge 1765'te orta düzeyde bir görev olan teknik ressamlığa ve teknisyenliğe getirildi. Tahkimata yönelik planlar ve modeller geliştirmesi bekleniyordu. Ancak, yaylım ateşiyle ilgili uygulamada karşılaşılan bir problemi –bir yeri hem düşmanın görüşünden hem de ateşinden koruyacak tahkimatın planlanması– çözmesi istendiğinde o zamana dek kullanılan zahmetli yöntemlerin yerine kısa bir süre sonra tasarı geometrisi olarak bilinecek ilkelere dayanan hızlı bir yöntem önerdi. En basit şekliyle bu, üç boyutlu cisimlerin bir düzlem üzerindeki dikey izdüşümleri aracılığıyla temsil edilmeleri durumuydu. Yani, bir bina zemin planı ve yükseklik bilgileri kullanılarak gözümüzde canlandırılabilirdi.

Bu başarısı Monge'un öncelikle 1769'da matematik profesörlerinin yardımcılığına, hemen sonrasında ise biri matematikte bir diğeri de deneysel fizikte olmak üzere Ecole du Génie bünyesinde daha önemli iki göreve getirilmesini sağladı. Kısmen uygulamalı işlere adanmış bu ikili görevinde Monge yetenekli bir matematikçi ve fizikçi, becerikli bir teknik ressam, usta bir deneyci ve birinci sınıf bir öğretmen olduğunu gösterdi. Yirmi yıl sonra okuldan ayrıldığı zamana dek oluşturduğu etki alanıyla çok sayıda mühendis subayın başarılı meslek yaşamlarına hazırlanmasını ve istihkâm birliklerinin bir bütün olarak sağlam bir teknik eğitim almasını ve bilime yönelik belirgin bir bağlılık duymasını sağladı. Okul yöneticileri onun yeteneklerinin değerini teslim ederek matematik ve fizik dallarında resmi bir unvan olan "kraliyet profesörlüğü"nü ve bu göreve karşılık gelen bir aylık almasını sağladılar.

Hayli başarılı geçen bu meslek yaşantısının yanı sıra Monge araştırma çalışmalarına da başladı. Sonsuz küçük hesabı, analitik geometri ve varyasyonlar analizi çalışmalarında Ecole du Génie'nin zengin kütüphanesinden yararlandı. Gençlik yıllarındaki çalışmaları pek çok alana yayılıyor ama yine de ilerideki çalışmalarını belirleyen kimi özellikleri de gösteriyordu: Güçlü bir geometri duygusu, uygulamalı problemlere karşı ilgi, büyük bir analitik yetenek ve bir problemi aynı anda analitik, geometrik ve uygulamalı olmak üzere farklı açılardan inceleme.

Monge, tasarı geometrisini işte bu dönemde geliştirdi. Konunun temel esasları ilk öğretmenlik zamanlarında ortaya çıktı –o zamanlarda kullanılan grafik yöntemleri ve bunun altında yatan geometri bilgisini çok iyi bilmesi sayesinde gerekli sentezi yapabildi. Konunun temel ilkelerini sistemli bir hale getirerek bunu Ecole du Gènie'de çalışılan çok sayıda grafik probleme özellikle de tahkimat konusundan gelen problemlere uyguladı. Bu aşamada gerçek anlamda özgün bilgiler üretmekten çok esas olarak daha önceden var olan bilgileri düzenliyor ve modernleştiriyordu. Bununla birlikte, askeri değeri nedeniyle yöntemlerinin gizli olarak sınıflandırılmasından dolayı bunları ancak 1799'da yayımlama konusunda serbest kaldığında *Géométrie descriptive* (Tasarı Geometrisi) adlı ders kitabında yayımlayabildi.

Bu arada tanınabilmek ve eserinin en üst düzeyde tartışılabilmesini sağlamak amacıyla Monge, Académie Royale des Sciences'a en az dört araştırma raporu sundu. Bu raporlar arasında en önemlisi uzun yıllar boyunca ilgisini çekecek bir alan olan kısmi diferansiyel denklemler kuramı üzerine olanıydı. Monge, 1774'te otuz bir yaşındayken, yirmi yaşındaki dul Marie-Catherine Heart'la evlendi. Beraberinde hayli yüklü bir çeyiz getiren Marie-Catherine üç kız çocuğu dünyaya getirdi. Bu kızlardan ikisi Konvansiyon* üyeleriyle evlenecekti. Monge'u çok yakından tanıyan biri dış görünüşüyle ilgili şu bilgileri vermişti:

> Uzun boyluydu; geniş kasları fiziksel gücünün bir göstergesiydi, tıpkı ahlaki gücünün derinlerdeki büyük gözlerine kazınmış olduğu gibi. Aslana benzeyen geniş yüzünde, yüksek bir zihinsel kapasitenin işareti olan kırışıklıklarla kaplı geniş ve yüksek alnına galebe çalan siyah kaşlarının altındaki büyük ve canlı gözleri parıldardı. Konuştuğu zaman insan karşısında başka birini görür gibi olurdu... Gözlerinde yeni bir ateş yanar, yüz hatları oynamaya başlar, yüzü ilhamla dolar ve matematikçinin hayal gücüyle yaratılan nesneleri görür gibi olurdu.

Sonraki birkaç yıl boyunca Monge zamanını ve enerjisini büyük ölçüde fizik ve kimyaya ayırdı. Ecole du Génie'de donanımlı bir kimya laboratuvarı oluşturdu. 1772'de Académie Royale des Sciences'ın eklenik üyeliğine seçilmesi düzenli olarak Paris'te yaşamasını gerektirdi. 1780'de kısmen Paris'te kısmen de Ecole du Génie'de sürdürdüğü hidrolik profesörlüğüne getirildi. Üç yıl sonra, en üretken yirmi yılını geçirdiği okulla ilişkisini en sonunda kesmek durumunda kalarak (zaten buradaki derslerini on bir yıldır kardeşi Louis vermekteydi) donanma öğrencilerinin başına ayırtman olarak getirildi. Bu yeni görevinde Fransa'daki bazı askeri okulları yönetti. Aslında bu okullar herhangi bir alanda bilimsel eğitim veren ülkedeki yegâne kurumlardı. 1786'da eğitim sistemiyle ilgili önemli reformları uygulamaya koydu. Konumu sayesinde fabrikaları, madenleri ve benzer yerleri gezebiliyor, böylece metalurji ve diğer bazı teknolojiler hakkında

---

* Fransa'da 1792'de toplanan yeni meclis. (ç.n.)

bilgi sahibi oluyordu. Sonraki beş yıl boyunca kış aylarında düzenli olarak Paris'te yaşarken yaz aylarında yeniden Ardennes'e döndü.

1789'da Devrim başladığında Monge en çok tanınan Fransız bilimcilerinden biri olmuştu. Académie Royale des Sciences'ın aktif bir üyesi olarak matematik, fizik ve kimya alanlarında bir isim yapmıştı. Özellikle Lavoisier'nin yeni kimyasal kuramını ilk kabul edenlerden ve suyun klasik analizi ve sentezi de dahil olmak üzere büyük kimyagere deneysel çalışmalarında yardımcı olanlardan biriydi. Üstüne üstlük, donanma okullarında gerçekleştirdiği eğitim reformu onu daha sonra Devrim sırasında üstleneceği bilimsel ve teknik eğitimin yeniden yapılanması çabalarına da hazırlamıştı.

Monge, en başından itibaren Devrim'in kararlı bir destekçisi olsa da ilk başlardaki politik tavrı hayri ihtiyatlıydı. Zamanının bir dizi bilimcisi gibi o da mason oldu. Aynı zamanda birkaç devrimci dernek ve kulübe katıldı. Ancak zamanının çoğu donanma öğrencilerinin ayırtmanı olarak denetleme gezilerinde ve akademinin bir üyesi olmasından kaynaklanan görevlerin yerine getirilmesiyle geçiyordu. Kendinden on yaş büyük Lagrange gibi o da daha sonra olsa da ağırlık ve ölçülerin yeniden düzenlenmesiyle görevli komisyonda yer aldı.

Ağustos 1792'de monarşinin sona ermesinin ardından ancien régime'in* ülke dışındaki taraftarlarınca genç cumhuriyete dayatılan çetin bir mücadeleyi yürütecek bir hükümet kuruldu. Monge politik olarak daha aktif bir hale geldi ve donanma bakanı olarak görevlendirildi. Bu görevinde üstün bir başarı göstermemiş olsa da çalışmasıyla ulusun varlığını devam ettirmek ve bağımsızlığını sağlamak adına her türlü çabayı koordine etmekteki arzusunu ortaya koydu. Yine de kimileri onu politik olarak fazlaca ılımlı buluyordu; farklı kesimlerden gelen eleştiriler ve sürdürmek zorunda kaldığı sonu gelmez mücadelelerle tükenmiş olarak birkaç ay sonra görevinden istifa etti. Jakobenlerle ilişkilendirilmiş olsa da kendini hiçbir zaman belirli bir grubun parçası olarak görmedi. Öyle bile olsa o dönemde pek çoklarının başına geldiği gibi tutuklanma ve giyotine gönderilme tehlikesiyle karşı karşıyaydı.

---

* Valois ve Bourbon hanedanlıkları sırasında (14. ve 18. yüzyıllar) Fransa'da kurulmuş, eski rejim olarak adlandırılan aristokratik, sosyal ve siyasi sistem. (ç.n.)

Monge tüm enerji, yetenek ve deneyimini ulusun hizmetine vermeye hazır sadık bir cumhuriyetçi ve coşkulu bir yurtseverdi. Akademik işlerine kısa bir süreliğine geri dönse de Ağustos 1793'te akademi ve üniversitelerin baskı altına alınmasıyla çalışmaları yetkililerin, özellikle de Genel Güvenlik Komitesi'nin doğrudan kontrolü altına girdi. Mühimmata acil bir gereksinim vardı. Eylül 1793'ten Ekim 1794'e dek Silahlanma Komitesi'nin çalışmalarında yer aldı. Kimyager Berthollet ve matematikçi Vandermonde'la birlikte farklı tipteki çeliklerin üretimi üzerine bir kitap yazdı. Silahların, özellikle Paris'te üretimine ilişkin çok sayıda düzenleme kaleme aldı ve topların yapımıyla ilgili teknik konulardaki literatürü bir araya topladı. Kullanma kılavuzları hazırladı ve "devrimci dersler" verdi. Güherçilenin çıkarılması ve rafine edilmesiyle Paris'in büyük baruthanesinin yapımı ve işletilmesi işlerine de katıldı. Ayrıca askeri amaçlar için tasarlanmış balonların geliştirilmesi çalışmalarında da yer aldı.

Robespierre ve Jakoben rejiminin Haziran 1794'te düşmesinden Ekim 1795'e değin Fransa, radikal unsurların tasfiye edildiği Devrimci Konvansiyon tarafından yönetildi. Ne var ki ülke, Bonaparte'ın iktidarı ele geçirdiği Kasım 1799'daki darbeye kadar hiç istikrarlı bir yönetime kavuşamadı. Çoğunluğu olumsuz çok sayıda karar bu geçiş dönemi siyasi ortamında kabul edildi. Yine de tarihçiler, yönetimin kusurlarına rağmen modern Fransız toplumunu oluşturan kurumların özellikle de eğitim alanındakilerin bu dönemde ortaya çıkmaya başladığı konusunda genel bir fikir birliği içindedir.

Monge o zamanlar çokça tartışılan eğitim reformuyla ilgili projelerde bilhassa aktif bir şekilde yer aldı. Ecole du Génie ve donanma okullarındaki deneyimleri, bilimsel ve teknik eğitimin yenilenmesine duyduğu özel ilginin ne anlama geldiği konusunda bir fikir veriyor. Paris Département'ındaki zanaatkârlar ve işçilere yönelik temel düzeyde okullar için planlar hazırladı. Konvansiyon bir günlüğüne bu tasarıyı kabul etse de hemen ertesinde onayını kaldırdı. Daha ileri düzeyde ise sivil ve askeri mühendisler yetiştirmek üzere tek bir ulusal okul kurulmasının önemi konusunda

ikna edildi. Bu düşünceden Ecole Polytechnique doğdu. Bu büyük kurum, Ecole Centrale des Travaux Publics adıyla açılmasından yalnızca birkaç ay sonra Haziran 1795'te faaliyetlerine başladı. İlk başlarda bir süredir kapalı olan Ecole des Ponts et Chaussées ile Ecole du Génie'nin bir devamı olarak kabul edildi. Okulun kamu hizmeti ve askeri mühendisliğe ilişkin konularda üç yıllık bir temel eğitim vermesi düşünülmüştü. Mezunlarının devletin hizmetinde çalışan mühendisler olması hedeflense de ders programının büyük bir kısmını matematiksel bilimler oluşturuyordu. Nitelikli ve seçkin öğrencilere ilk kez sistematik bir şekilde bir matematik konusu olarak fizik öğretiliyordu. Ecole Polytechnique kurulmasının hemen sonrasında başarılı profesörleri, katı disiplini, zorlu sınavları ve seçkin ders kitaplarıyla yüksek eğitim kurumları için bir model oldu. Uzun bir dönem Fransa'daki en itibarlı eğitim kurumu ve dünyadaki en iyi matematik merkezi olma unvanını elinde tuttu.

Ecole Polytechnique en başından itibaren başarılı olmuş bir projeydi ama kardeş kurumu, ilk kurulan Ecole Normale daha inişli çıkışlı bir geçmişe sahipti. Bu okul, yüksek eğitimdeki çöküşü durdurmak amacıyla Konvansiyon'un emriyle Paris'te kurulan ulusal bir kolejdi. Görevi askeri mühendis ve subaylardan çok öğretmenleri eğitmekti. Daha önceki okulların yapısında bulunan uzmanlaşmaya yönelik mirasın aksine tüm alanlarda çağdaş bir eğitim amaçlanıyordu. Öğretim üyeleri arasında Lagrange, Laplace ve Monge gibi ünlü bilimciler yer almasına karşın öğrencilerin pek çoğunun aldığı eğitim yetersizdi ve ilk yılın ardından okul kapatıldı. Bu kısa dönem içinde buradaki öğrencilerden biri Fourier'ydi ve şöyle yazmıştı: "Monge sözü geçen, hareketli, zeki ve çok bilgili biriydi... Matematik, fizik ve kimya alanlarında üstattı; derslerinde anlattığı konular hiç de alışık olunmayan şeylerdi ama yine de bunları mümkün olduğunca açık bir şekilde anlatırdı. Hatta insan bunun fazlaca açık ve dahası, yöntemlerinin yeterince hızlı olmadığını düşünürdü."

1810'da yeniden açılan Ecole Normale 1822'de tekrar kapandı. 1826'da üçüncü kez bir daha kapanmamak üzere açıldığındaysa Ecole Polytechnique'le yarışır bir duruma geldi. Bu iki Grande

Ecole'ün, ilköğretim ve ortaöğretim, ticaret ve tıp okullarından oluşan sistemin zirve noktası olması hedeflenmişti. Diğer okullarda da eğitimin ana konusu büyük ölçüde klasiklerden bilim ve sistematik bilgiye kaydırılmıştı. Bu gelişimlerin günlük hayattaki etkileri bilimsel etkinliklerin merkezini, on yedinci yüzyıldan itibaren bilimin evi olan akademiden araştırma ruhunun telkin edildiği yüksek eğitim kurumlarına kaydırarak uzun dönemde kendini gösterdi. Bilimciler eğitimcilere ve profesörlere dönüşmüştü.

Monge farklı bir tür görevde daha bulundu. Académie des Sciences'ın kapatılmasından sonra, Devrim'den hemen önce kurulan devlet kontrolünden bağımsız eklektik bilimsel bir dernek olan Société Philomatique de Paris'ye katıldı. Dernek akademiden farklı olarak araştırmaları hızla bülteninde yayımlamayı hedefliyordu. Bununla birlikte Institut de France'ın ilk bölümü olarak akademinin yeniden ayağa kaldırılma planları çok geçmeden hazırlanmıştı. Monge aktif bir şekilde bu planı organize etmek için düzenlenen toplantılara katıldı. Yapılandırılması özellikle kurulma aşamasında, öncüllerinden önemli farklılıklar göstermiş olsa da 1816'da yeniden Académie Royale des Sciences olacak olan Institut de France'ın ilk bölümünü, akademi olarak kabul etmek herhalde çok da yakıştırma olmayacaktır. İlk başlarda daimi sekreter bulunmuyordu ama maaş karşılığında tam zamanlı çalışan bu memurlar 1802'de yeniden görevlendirildi. Institut de France ilk toplantısını Louvre'da gerçekleştirmiş, 1806'da Sen'in karşı kıyısına bugün de hâlâ içinde bulunduğu Collège des Quatre-Nations binasına geçmişti.

Monge aynı zamanda Fransız kültür ve sanat mirasını korumakla görevli Sanat Komisyonu'nun çalışmalarında da yer aldı. Monge'un çalışma hayatı tam normale dönmüş gibi görünürken kendisine yeni sorumluluklar yüklendi. Arkadaşı Berthollet'la birlikte Commissione per le Scienze e le Arti'de göreve çağrıldı. Bonaparte, zulüm altında olduğunu düşündüğü İtalyanları özgürleştirmek için bir seferberlik başlatmış ve komisyonu seferberliğin "tazminatı" olarak muzaffer ordunun İtalya'dan Fransa'ya getireceği tablolar, heykeller, elyazmaları, bilimsel aletler ve diğer değerli eşyayı seçmesi için görevlendirmişti. Bu görev sırasında Monge

Roma da dahil olmak üzere kuzey ve merkezi İtalya'nın pek çok şehrine gitti. Burada karşılaştığı cehalet ve yoksulluk karşısında epey rahatsız oldu ve büyük bir üzüntüye kapıldı. Monge kendisini çok etkileyen Bonaparte'la giderek daha fazla yakınlık kurmuştu. Ekim 1797'nin sonunda, Campoformio Barış Antlaşması'nı Konvansiyon'a sunmakla görevlendirildi; törende Bonaparte'ın bir sonraki seferinin İngiltere'nin "özgürleştirilmesi" olacağını duyurdu.

Paris'e döner dönmez Monge, halihazırda yürüttüğü görevlerinin üstüne bir de Ecole Polytechnique'in başına getirilmişti. Ailesi onun evde daha fazla zaman geçirebileceğini umut ediyordu. Ancak Bonaparte Mısır'a bir sefer yapmaya karar vererek Monge'un da bu sefere katılması konusunda ısrar etti. Çok geçmeden Monge, seferin kültürel kolu Institut d'Egypte'in başkanlığına getirildi. Monge, bir şekilde Institut de France'ın ileri karakolu gibi davranan bu kurumun bünyesinde gerçekleştirilen pek çok bilimsel ve teknik projede önemli roller oynadı. Tam bir yıkıma neden olan Suriye seferinde Süveyş bölgesine yapılan kısa süreli bir ziyarette ve Fransa'ya dönüş yolunda Bonaparte'a eşlik etti. Evine sadece kısa bir süreliğine döndüğü bu üç buçuk yıllık dönem içinde serap gibi bazı doğa olaylarını gözlemlemiş ve Mısırlıların sanayi ve tarım yöntemlerini bilimsel açıdan incelemişti. Bunun dışında Monge etkili kitabı *Application de l'analyse à la géométrie* (Analizin Geometriye Uygulanması) üzerine çalıştı.

Mısır seferi sonrasında Paris'e dönüşünde Monge Ecole Polytechnique'teki görevlerine kaldığı yerden devam etti ama Bonaparte onun yeteneklerinden daha fazla yararlanma konusunda kararlıydı. Cumhuriyetçi görüşleri ve devrimci inancına karşın Monge, Bonaparte kendini imparator ilan ettikten sonra bile bağlılığını sürdürdü. Konsüllük döneminde ömür boyu senatörlüğe, 1806'da senato başkanlığına getirildi. Pek çok onurun yanı sıra 1804'te *Légion d'Honneur Grand Officier* nişanı ve 1808'de Péluse kontluğu onurlarına değer görüldü.

Monge zamanını ailesi, Ecole Polytechnique'teki, Institut de France'taki ve senatodaki görevleri arasında bölüştürmek zorundaydı. Polytechnique'de ders vermeye ve öğrencilerin gelişimini

dikkatli bir şekilde izlemeye devam etti. Monge ve birtakım başka kişilerin önerisine karşı Bonaparte enstitüyü askeri eğilimlerle yeniden düzenledi ve böylece enstitü az da olsa West Point'teki United States Military Academy'ye benzedi. Bu arada Monge altmış yaşına geliyordu. Özgün bilimsel üretimi azalmaya başlamış olsa da kaleminden sürekli olarak çıkmaya devam eden kitaplar, bilimsel etkisinin yalnızca Fransa'da değil tüm Avrupa'da devam etmesini sağlıyordu.

Neyse ki Monge, Bonaparte'ın Rusya seferine katılmak için artık fazlasıyla yaşlıydı. Grande Armée'nin 1812'deki yenilgisinden şaşkına döndü. Senatonun imparatorun tahttan indirilmesini oyladığı 3 Nisan 1814'teki kritik toplantısına katılmadı. 1815'te "Yüz Gün" sırasında Bonaparte'la yeniden ilişkiye geçti, hatta Waterloo'dan sonra birkaç kez de kendisiyle görüştü. Devrim'in ilk aşamalarında ateşli bir cumhuriyetçi ve daha sonra Bonaparte'ın sadık bir destekçisi olarak Bourbon Restorasyon döneminde acı çekeceği belliydi. Ekim 1815'te özgürlüğünü kaybetme korkusuyla birkaç aylığına Fransa'dan ayrıldı. Mart 1816'da Paris'e döndüğünde Institut de France'tan uzaklaştırılmış, başka şekillerde de politik olarak taciz edilmişti. Fiziksel, ruhsal ve zihinsel olarak giderek tükenen Gaspard Monge iki yıl sonra 28 Haziran 1818'de yetmiş iki yaşında, Lagrange'dan tam beş yıl sonra yaşamını yitirdi. Polytechnique çalışanları cenazeye katılmak için izin istediklerinde XVIII. Louis bu talebi geri çevirdi. Yine de Polytechnique çalışanları ertesi gün grup halinde mezarlığa yürüyerek Monge'un mezarına bir çelenk bıraktı.

Pierre-Simon Laplace (1749-1827)

Monge'un sezgisel aklı, daha analitik bir kafa yapısına sahip arkadaşı Pierre-Simon Laplace'tan hayli farklıydı. İki matematikçi birbirlerini çok güzel tamamlıyorlardı. Beraberce, pek çoğu Ecole Polytechnique'te eğitim almış, Lagrange ile Monge'un verdiği derslere katılmış ve Laplace tarafından sınava tabi tutulmuş bir sonraki kuşak Fransız matematikçilerinin öğretmenleri oldular. Laplace olasılık kuramının kurucularından biri olarak bilinse de asıl ününü gökcisimleri mekaniğinde yaptığı çalışmalara borçludur. Laplace, Fransa'nın altın çağının en şöhretli bilimcisi ve tüm zamanların en etkili bilimcilerinden biri olarak kabul edilir.

Beaumont-en-Auge, Aşağı Normandiya'da Pont l'Evêque'dan pek uzakta olmayan küçük bir kasabadır. Pierre Laplace (ya da La Place) burada elma şarabı üretimi işindeydi ve aynı zamanda kilise cemaatinde görevliydi. Karısı Marie-Anne'in (kızlık soyadı Sochon) ailesi yakınlardaki Tourgeville'den hali vakti yerinde çiftçilerdi. İkinci çocukları Pierre-Simon 23 Mart 1749'da dünyaya geldi. Pierre-Simon yedi ile on altı yaşları arasında amcası Louis Laplace'ın öğretmenlik yaptığı yakınlardaki Benedikten okuluna gitti. Matematikle ilgilenen amcasının dışında ailenin her iki tarafında da entelektüel bir özellik gösteren kimse yoktu.

Babası, Laplace'ın kilisede bir meslek yaşantısına sahip olmasını istiyordu. Bu nedenle genç adam 1766'da ilahiyat eğitimi almak üzere Université de Caen'e girdi. Matematiğe olan ilgisi hayli belirgindi, öğretmenleri de onu bu konuda teşvik etti. 1768'de on dokuz yaşındayken bir tavsiye mektubuyla Paris'e, d'Alembert'in yanına gitti. D'Alembert'in, yeteneğini sınamak için Laplace'a verdiği zor matematik problemleriyle ilgili öykü sıklıkla anlatılır. Genç adam bu problemleri bir gecede çözmüştü. Bu durumdan hayli etkilenen d'Alembert, Paris'te bulunan ve askeri öğrencilere temel matematik eğitimi veren Ecole Militaire'de Laplace'a bir görev ayarlamak için nüfuzunu kullandı. Laplace yedi yıl boyunca bu görevde kaldı.

Laplace'ın öncelikli hedefi Académie Royale des Sciences üyesi olmaktı. Bu nedenle daimi sekretere araştırma makaleleri göndermeye başladı. Sekreter daha sonra, şimdiye kadar bu kadar genç birinden bu kadar kısa süre içinde böylesi farklı ve zor konularda bu kadar önemli makaleler almadığını yazacaktı. Laplace üyeliğe ilk kez 1771'de önerildi. İki başarısız denemeden sonra Mart 1773'te henüz yirmi dört yaşındayken eklenik üyeliğe seçildi.

Laplace'ın matematiğe yaptığı ilk katkılar arasında fark denklemlerini çözmek için integral analizini kullanması yer alıyordu ama onun esas ilgi alanı başkaydı. Newton'un çalışmalarına büyük hayranlık duyuyordu. 1774'te entelektüel olarak olgunlaştığında Newtoncu dünya görüşünü mükemmelleştirmeyi kendine görev edindi. Temel problem olan güneş sisteminin uzun dönemli kararlılığı bugün bile tam olarak açıklığa kavuşturulamamış bir

sorudur. Laplace gökcisimleri mekaniğinin önemli problemlerini inceleyerek 1783 ile 1786 arasında yazılan bir dizi olağanüstü raporun pek çoğunu sonuca ulaştırdı. Örneğin, Jüpiter'in yörüngesinin küçüldüğü ve Satürn'ün yörüngesinin genişlediği gözlenmekteydi. Laplace, yörüngesel dışmerkezliliğin kendini düzelten nitelikte ve gezegenlerin ortalama hareketlerinin değişmez olduğunu gösterdi. Ayrıca, Ay'ın Dünya çevresindeki ivmelenmesini, gezegen hareketlerinde uydularından kaynaklanan dürtmeleri ve kuyrukluyıldızların yörüngelerini açıkladı.

Bu üretken yıllar boyunca Laplace önemli fiziksel ve kimyasal deneylerde Lavoisier'yle birlikte çalıştı. Paris nüfus istatistiklerine ilişkin bir çalışma yaparak Fransa'nın nüfusunu tahmin etmek amacıyla olasılık yöntemleri kullandı. Ecole Militaire'deki öğretmenlik görevinin yanı sıra topçu sınıfı öğrencilerine ayırtman olarak atandı. Sınav yaptığı ilk öğrencilerden biri müstakbel imparatordu. Önemli bir başka konu da kendisinden üç yaş büyük Monge'un o an için donanma öğrencilerinin ayırtmanı olmasıydı. Her ikisi de kendi alanlarında kazandıkları deneyimden daha sonra birlikte Ecole Polytechnique'i planlarken yararlanacaktı.

Laplace'ın bu dönemdeki kişisel yaşamına ilişkin fazla bir şey bilinmese de d'Alembert'in rasyonel mekanik alanındaki kendi çalışmalarının yerini alma şeklinden dolayı koruması altındaki öğrencisine yavaş yavaş bir kızgınlık duymaya başladığına dair göstergeler var. Laplace, diğer bilim dallarında da uçsuz bucaksız bir bilgiye sahip olsa da akademide her konuda fikir belirtmesi nedeniyle kibirli biri olarak tanınıyor, bu durum meslektaşları akademisyenler arasında sevilmemesine neden oluyordu. Paris'e gelen bir ziyaretçi şöyle yazmıştı: "Mösyö de la Place'ı yeterince tanıdım, cana yakın biri ve çok büyük bir matematikçi ama inanılmaz derecede resmiyet meraklısı ve ivecen, kendinden başka kimseyi dinlemiyor."

Laplace 1788'de Besançon'lu Marie-Charlotte de Courty de Romanges'yle evlendi. Marie-Charlotte Laplace'tan yirmi yaş küçüktü. Çiftin iki çocukları oldu. Askeri bir meslek yaşantısı seçerek generalliğe kadar yükselen oğulları Charles-Emile ile soylu bir

aileye gelin giden ama doğum sırasında henüz yirmi beş yaşında yaşamını yitiren kızları Sophie-Suzanne.

Fransa'nın çeşitli yerlerinde kullanılan kaotik ağırlık ve ölçü sistemlerinin düzenlenmesi uzun yıllardır tartışılan bir konuydu. Mayıs 1790'da Devrim hükümeti akademiden reform konusunda önerilerde bulunmasını istedi. Laplace, Lagrange ve Monge'la birlikte bu sorunla ilgilenmek üzere görevlendirilen komisyonda yer aldı. Uzunluk, alan, hacim ve kütle için ondalık altbölümleri ve katları olan birimler önerdiler. Ondalık sistem önerisini para, açılar ve takvim için de yaptılar. Temel uzunluk biriminin metre olarak adlandırılması Laplace'ın fikriydi. Devrim takvimi yalnızca kısa bir süre kullanıldı. Açıların ondalık sisteme dönüştürülmesi ise genel kabul görmese de diğer metrik sistemler yavaş yavaş tüm dünyada kabul edildi.

Laplace 1793'te birkaç kişiyle birlikte, tüm akademilerin kapatılmasının hemen öncesinde politik nedenlerle Académie Royale des Sciences'dan ihraç edildi. Terör döneminden kaçabilmek adına ailesini Paris'ten, yakınlardaki Melun kasabasına taşıma kararı aldı. 1795'e gelindiğinde tehlike geçmiş gibi görünüyordu. Thermidor* yönetimi metrik sistem, Observatoire de Paris ile navigasyon ve resmi astronomiye ait her şeyi yeni Bureau des Longitudes'un yönetimi altına vermişti. Zengin kaynaklara sahip Bureau'nun bir üyesi olmak tam zamanlı bir iş olarak kabul ediliyor, bunun karşılığı cömertçe veriliyordu. Laplace, düzenli bir üyesi olduğu büroda düzenlenen toplantıları uygun makaleleri sunmak için bir fırsat olarak değerlendirdi. Laplace, büronun aslında bir denizcilik almanağı olan dergisi *Connaissance des temps*'de sık sık yayınlar yaptı.

1796'da, bir bilim klasiği olan ilk büyük eserini, *Exposition du système du monde*'u (Dünya Sisteminin Açıklanması) yayımladı. Laplace eserinde bir dizi konunun yanı sıra herhangi bir matematiksel desteğe dayanmadan felsefeci Immanuel Kant'ın öne sürmüş olduğu nebular kuramını da (güneş sisteminin dönen bir

---

* Devrim takvimine göre Thermidor ayında gerçekleştirilen darbeyle Fransa'da açılan yeni dönem. (ç.n.)

gaz bulutundan yoğunlaştığını) tartıştı. Laplace'ın bu kuramı bilip bilmediği çok açık değil; başkalarının çalışmalarına çok ender teşekkür ederdi. Bunun dışında, bir küreyi çevreleyen yerçekimi alanını incelerken Laplace kimilerine göre, özellikleri çok daha sonra Einstein'ın genel görelilik kuramıyla ortaya çıkan kara delik kavramını öngörmüştü. *Exposition*'da Laplace'ın genel bakış açısıyla ilgili şu ifade yer alır:

> Cebirsel analiz, dikkatimizi soyut kombinasyonlara yönelterek (*araştırmamızın*) ana hedefini bize anında unutturdu ve ancak en sonunda yeniden asıl hedefimize dönebildik. Ne var ki, insan kendini analizin işlemlerine bıraktığında bu yöntemin genelliğine ve akıl yürütmenin, mekanik yöntemler kullanarak geometriyle genellikle ulaşılamayacak sonuçlara dönüştürülmesinin paha biçilmez üstünlüğüne sürüklenir. İşte bu, analizin mutlak ifadelerinden çok sayıda yeni ve beklenmedik doğrunun ortaya çıkmasını görmek için evrensel dilin kısmi doğrularına dönüşmesine kâfi gelen doğurganlığıdır. Başka hiçbir dilde her biri birbirine bağlı ve temel tek bir düşünceden kaynaklanan uzun ifade dizileri oluşturabilme zarafeti yoktur. Bu nedenle bu yüzyılın matematikçileri uygulama alanını genişletmiş ve sınırlarını geriye doğru itmiş olarak analizin üstünlüğüne inanmış durumdalar.

Laplace'ın kuramlarını destekleyen matematiksel tartışmalar başyapıtına kalmıştı. Bu beş ciltlik anıtsal eser *Traité de mécanique céleste* (Gök Mekaniği) 1799 ile 1825 arasında yayımlandı. Laplace, Newton'un bu konudaki çalışmalarını tamamlayarak Lagrange'ınkileri de genişletti. Newton, güneş sistemini "yeniden düzenlemek" için ilahi bir müdahalenin belirli aralıklarla gerekli olabileceğine inansa da Laplace evrensel yerçekimi yasasının sistemin uzun dönemli kararlılığını sağladığını öne sürdü. Bonaparte, Laplace'ın ciltler süren bilimsel incelemesinin evrenin yaratıcısı olarak Tanrı'nın adından bahsetmediğini fark edince Laplace'ın şu yanıtı verdiği söylenir: "Efendim, benim böyle bir varsayıma ihtiyacım yok." Bonaparte bu cevabı yinelediğinde Lagrange bu kez şöyle der: "Evet, yine de güzel bir varsayım. Pek çok şeyi açıklıyor."

Laplace'ın asıl araştırma alanı gökcisimleri olsa da olasılık kuramı ve istatistiksel çıkarsamada da önemli katkılarda bulundu. Laplace, 1812 tarihli *Théorie analytique des probabilités* (Olasılıkların Analitik Kuramı) adlı eserinin eşsiz giriş bölümünde o zaman bilinen tüm olasılık bilgisini ve kullanım alanlarını özetledi. Bu eserde, integral denklemlerini çözmek için basit ve zarif bir teknik olan ve daha sonra Laplace dönüşümü olarak adlandırılacak yöntemi ortaya koymuştu. Laplace'ın olasılık kuramına yaptığı katkılardan bazıları astronomideki sorulardan kaynaklanıyordu. Örneğin, merkezi limit teoremi kuyrukluyıldızların yörünge eğikliği problemine uygulanmıştı. Laplace, olasılık sayesinde matematiğin sosyal bilimlere yönelebileceğine inanarak çeşitli uygulama önerilerinde bulundu. Isıl iletkenlik ve kılcallık dahil olmak üzere pek çok fizik probleminde akademisyen arkadaşı Lavoisier'yle birlikte çalıştı. Fizikçiler ise Laplace'ı her şeyin ötesinde ortaya atmış olduğu potansiyel kavramıyla bilirler. Bu kavram yerçekimi, elektromanyetizma, akustik ve hidrodinamik gibi çok çeşitli konuda benzersiz bir öneme sahiptir.

Laplace kendini Fransa'nın en iyi matematikçisi olarak görürdü. Meslektaşları, bu doğru bile olsa insanın mütevazı olması gerektiğine inanıyordu. Laplace'ın yaşamında başka hiçbir şey değişmediyse bile yaşlandıkça kibri daha da arttı. Başarılı olduktan sonra annesini, babasını ve ablasını ihmal etti. Laplace'ın kendini beğenmiş ve bencil biri olduğu yadsınamaz; gençlik yıllarında kendisini himaye altına alan kişilere ve politika sahnesindeki arkadaşlarına karşı eli sıkı ve nankörken, görece daha az bilinen kişilerin elde ettiği sonuçlara harcadığı para hayli fazla gibiydi.

Ölümünden sonra isimsiz olarak kaleme alınan bir eleştiri yazısı Laplace'ı karşılaştırdığı Euler ve Lagrange'dan daha olumsuz biri olarak görse de onunla ilgili şöyle yazıyordu: "Laplace'ın zekâsı tamamen matematiksel engellerin üzerine inen bir balyoz gibiydi, ancak tıpkı bu yararlı alet gibi Laplace'ın zekâsı da sonuçları ne nihayete erdirir ne de onlara bir güzellik katardı... yine de Laplace hiçbir zaman, alt edilen güçlüklerin izlerini konunun üzerinde bırakmadan bir konunun incelenmesine girişmedi. Bazen

acemice bazen dolaylı da olsa yine de istediği sona ulaştı ve güçlüğü alt etti."

On sekizinci yüzyılın sonlarından başlayarak on dokuzuncu yüzyıl başlarında epeyce yıl Laplace, bilimsel tercihlerini ve deterministik ideolojilerini genç meslektaşlarına telkin ederek Académie des Sciences'a hükmetti. Kapatılan akademiler Institut de France'ın bir parçası olarak yeniden canlandırıldığında Laplace, kurumun Aralık 1795'teki toplantısında yeni Académie des Sciences'ın başkan yardımcılığına seçildi, beş ay sonra da başkanlığa getirildi. Bu görevin onursal olmanın ötesinde bir anlamı vardı. Dernek başkanlığı Laplace'ın, izlenecek politikaların oluşturulduğu ve kararların alındığı sayısız komitenin bir üyesi ve çoğu zaman da başkanı olmasını sağlıyordu. Laplace büyük bir beceri ve hevesle kendini bu politik işe verdi. Aynı zamanda Bureau des Longitudes'a da başkanlık etti. Ecole Normale 1795'te kısa süreliğine açıldığında burada dersler verdi ve 1800'de mezuniyet ayırtmanı olarak çalışacağı Ecole Polytechnique'in yapısının oluşturulmasında etkili oldu. Laplace'ın ders anlatımındaki "hızlılık" hayli meşhurdu. Açıklamalarında okuyucuların kafasının karışmasına neden olan, atladığı basamaklar için sıklıkla kullandığı "kolayca görülüyor ki" ifadesi nedeniyle de yazıları herkesin dilindeydi. Pozitif bilimlere ait tüm literatür sanki parmaklarının ucunda gibiydi. Buna karşın kendi çalışmalarında elde ettiği sonuçların kaynaklarına teşekkür etmeyi genellikle ihmal eder, bu çalışmalar kendine ait olmadığı halde öyleymiş gibi bir izlenim bırakırdı.

O dönemler, şöhretli bilimciler farklı türdeki kamu hizmetlerinde yer almaları için giderek daha fazla davet ediliyorlardı. Laplace bu isimlerin en şöhretlilerinden biriydi. 1799'da Birinci Konsül* döneminde Bonaparte, Laplace'ı içişleri bakanı olarak görevlendirse de Laplace bu görevde başarılı olamadı. Bonaparte altı hafta sonra bu göreve kardeşi Lucien Bonaparte'ı getirdi. Eski imparatorun Saint Helena'ya sürgüne gönderilmesinden sonra yazdığı gibi: "Birinci sınıf bir matematikçi olan Laplace kısa sürede vasat

* Bonaparte'ın 1799'da bir hükümet darbesiyle başlattığı yeni dönem. (ç.n.)

bir yönetici olduğunu gösterdi... Laplace hiçbir zaman sorunların gerçek önemini kavrayamadı, her yerde cin fikirliliğin peşindeydi ve sadece sorunlu düşünceleri vardı. Kısacası sonsuz küçüklük ruhunu yöneticiliğe taşıdı." Bu durumda bile Laplace imparatorluk yönetiminde senatör oldu, şansölye makamına oturdu. Bunların sonucunda da hayli varlıklı biri olmuştu. "İmparatorluk kontu" unvanının yanı sıra *Légion d'Honneur Grand-croix* ve *Ordre de la Reunion* gibi Fransa'nın en büyük payelerine layık görüldü. Laplace'ın Houdon tarafından yapılmış bir büstü Académie Française'de yer almaktadır.

1806'dan itibaren Laplace zamanının büyük bir kısmını Paris'in sekiz kilometre kadar güneyinde, Arcueil'deki kır evinde geçirdi. Monge'un dostu Berthollet komşu arazinin sahibiydi. Her iki senatör de hem varlıklı kişiler hem de seçkin bilimcilerdi. Arcueil'de bilimsel araştırmalar yapan küçük ve resmi olmayan bir dernek kurdular. Aslında Société d'Arcueil ilk yıllarında güzel işler yapmıştı. Polytechnique ve diğer yerlerden başarılı öğrencilerin oluşuma katılması sağlandı. Elbette, Laplace gibi nüfuzlu birinin hamiliği meslek yaşantısı açısından belirgin bir avantajdı. Dernek üyeliğinden yararlanan öğrencilerinden biri de daha sonra göreceğimiz gibi Poisson'du. Bu iki malikâneden geriye günümüzde pek bir şey kalmasa da Sceaux'ya giden banliyö hattı üzerinde, evlerin bir zamanlar bulunduğu yerde Laplace adında bir istasyon vardır.

1814'te senatör Laplace, Napoléon'a karşı oy kullanarak XVIII. Louis'yi destekledi. Bourbon monarşisinin başa geçmesinden bir yıl sonra marki unvanı verilerek Ecole Polytechnique'in yeniden düzenlenmesini kontrol eden komitenin başkanlığına getirildi. Laplace bu görevini sürdürdüğü dönemde derslerin süresini üç yıldan iki yıla indirerek bu dersleri, Ecoles d'Applications adıyla bilinen ve yeniden canlandırılmış olan Ecole des Ponts et Chaussées gibi daha özel okullara gidilebilmesi için bir önkoşul olarak koydu. Askeri mühendislik eğitimine verilen ağırlık hafifletilerek tarih, ahlak ve "sosyal aritmetik" gibi yeni dersler kondu. Yine de matematik, derslerin merkezindeki konumunu sürdürdü. On dokuzuncu yüzyılın büyük bir çoğunluğunda Polytechnique

Ampère, Cauchy, Fourier, Lagrange, Laplace, Legendre, Monge, Poisson ve Poncelet ayarındaki profesörleriyle Fransa içinde ve dışında en iyi matematik çalışmalarının yapıldığı yer oldu.

Laplace politik oportünizmi sayesinde zenginliğe kavuştu, bilimsel çalışmalarını sürdürebildi. Ne var ki, yeni keşifler görüşlerini zayıflattıkça Laplace'ın etkisi de azaldı, kuramlarının yerini başkalarınınki aldı. Örneğin daha sonra göreceğimiz gibi Sophie Germain, elastik yüzeylere ilişkin Laplace'ın yaklaşımıyla keskin bir biçimde ayrı düştüğü bir kuram yayımladı. Laplace, Restorasyon dönemi bilim çevreleri arasında kendini giderek daha yalnız hissetti. Yaşamının sonuna dek Bourbonlara sadık kaldı. Üyesi olduğu edebiyat alanındaki Académie Française, kendisinin imzalamayı reddettiği ifade özgürlüğünü destekleyen bir bildiri yayımladı.

Laplace son yıllarında vaktini genellikle Arcueil'deki arazisinde geçirdi. Hoş bir bahçenin ortasında yer alan zarif döşeli evinde Paris'e gelen pek çok bilimciyi kabul ederek onları kibarca ağırladı. Britanyalı bilimci Humphry Davy onu "Davranışlarında hayli resmi ve gösterişli, saygıdan çok korumaya yönelik bir hava içinde," diye tasvir etmişti. Mary Somerville gibi başka konuklar ise onunla tanışmaktan daha hoşnuttu. Somerville, Laplace'ı "Uzun değil ama zayıf, dik ve hayli resmi. Davranışlarıyla fark yaratırdı ve sanırım I. Napoléon'un sarayında uzun zaman bulunduğundan davranışlarında biraz saraylı bir yan vardı," diye tanımlamıştı.

Laplace ilerlemiş yaşlarına dek koruduğu dikkat çekici bir hafızaya sahipti. Tüm yaşamı boyunca sağlıklı ve dinçti. Kısa süren bir hastalık sonrası 5 Mart 1827'de yetmiş altıncı yaş gününden sadece birkaç gün önce Arcueil'de yaşamını yitirdi. Ölüm tarihinin, çok sık olarak karşılaştırıldığı bilimci Newton'un ölümünden neredeyse tam bir yüzyıl sonra olması dikkat çekiciydi. Société'deki ortağı Berthollet beş yıl önce ölmüştü. Laplace ilk olarak Paris'teki Père Lachaise mezarlığına gömüldü. Burada adına dikilen anıt 1878'de doğum yeri Beaumont-en-Auge'e taşındı. On yıl sonra naaşından kalanlar Père Lachaise'den aile arazisinin bulunduğu St. Jullien de Mailloc'a nakledildi, karısının ve çocuklarının naaşlarından ka-

lanlarla beraber burada yeniden defnedildi. Markiz, her yıl Ecole Polytechnique'ten dereceyle mezun olan öğrencilere merhum kocasının tüm eserlerinden oluşan bir setin verilmesini sağlayan bir fon tahsis etmişti. Ne yazık ki yayımlanmamış çalışmalarının pek çoğu 1925'te Chateau de Mailloc'ta çıkan bir yangın sonucu yok oldu. Bu çalışmaların o zamanki sahibi Laplace'ın üçüncü kuşaktan torunu Colbert-Laplace kontuydu.

Laplace'ın cenazesinde bir konuşma yapan öğrencisi Poisson, onu Lagrange'la karşılaştırırken şöyle demişti:

> Çalışmalarını okuyan herhangi birinin fark edebileceği gibi zekâları arasında bir fark vardı. Eldeki soru ister Ay'ın salınımı isterse sayılar kuramından bir problem olsun Lagrange yalnızca bunların gerçekleştiği durumlarda bu soruların içindeki matematiği görür gibiydi ve buradan yola çıkarak formülasyonun zarifliğine ve yöntemlerinin genelliğine eşlik eden o yüksek değere ulaşırdı. Bunun aksine Laplace içinse matematiksel analiz, çok değişik uygulama alanlarındaki amaçlarına ulaşmak için eğip büktüğü bir aletti ama her zaman yöntemin kendisini sorunun emrine tabi tutardı. Belki de gelecek kuşaklar birini büyük bir matematikçi diğerini ise doğanın içindeki bilgiyi en gelişmiş matematik aletiyle arayan büyük bir bilimci olarak değerlendirecektir.

Adrien-Marie Legendre (1752-1833)

İlk grupta yer alan matematikçilerimizin sonuncusu Legendre (ya da Le Gendre) eliptik fonksiyonlar kuramının kurucusu olarak kabul edilir. Abel ve Jacobi'nin keşifleri Legendre'ın matematiğin bu alanındaki çalışmalarını büyük ölçüde eskitmiş olsa da Legendre bu iki matematikçiyi yüreklendirmekten vazgeçmemiştir. Sayılar kuramı ve gökcisimleri mekaniği gibi başka konularda da önemli katkılarda bulunmuştur. On dokuzuncu yüzyıl içinde adının duyulmasını en çok, yazdığı bir ders kitabı sağlamıştır. Aslında bu kitap Eukleides'in *Elemanlar*'ının basitleştirilmiş haliydi. Çok sayıda baskısı yapılan kitabın her baskısına yeni bilgiler eklendi. Başka dillere de çevrilen kitap, Fransa dışındaki ülkelerde de yaklaşık

bir yüzyıl boyunca temel geometri ders kitabı olarak kullanıldı. Altın çağda ülkesinden çıkan diğer insanlarla karşılaştırıldığında Legendre çok göz önünde olan biri değildi. Anma konuşmasında Poisson şöyle demişti: "Meslektaşımızın çok sık tekrarladığı bir dileği vardı. Birinden bahsederken yalnızca onun çalışmalarına değinmek gerekir diye. Aslında onun çalışmaları zaten tüm yaşamıydı." Bu durumda mevcut kısıtlı malzemeyle elimizden gelenin en iyisini yapmamız gerekiyor.

Adrien-Marie Legendre 18 Eylül 1752'de Paris'te dünyaya geldi. Yani Laplace ve Monge'dan yalnızca birkaç yaş küçüktü. Geçmişi hakkında pek fazla şey bilinmiyor ama anlaşılan hali vakti yerinde bir aileden geliyordu. D'Alembert gibi o da epeyce ileri düzeyde matematik eğitimi aldığı Collège des Quatre Nations'a gitti. On sekiz yaşında matematik ve fizik alanındaki tezlerini başarıyla savundu. Dört yıl sonra bu tezlere dayanarak mekanik üzerine bir inceleme yayımladı. Daha sonra 1780'e dek Paris'teki Ecole Militaire'de yarı zamanlı olarak dersler verdi. Yakında yaşanacak kargaşada parasının büyük bir kısmını kaybedecekti ama o ana dek zamanının çoğunu araştırma yaparak geçirme şansına sahipti.

Legendre 1782'de Preussischen Akademie der Wissenschaften'den bir ödül kazandı. Ödül, balistiğe ilişkin hava sürtünmesini hesaba katan makalesine verilmişti. Berlin'de yayımlanan bu başarılı makale Lagrange'ın ve Lagrange aracılığıyla da Laplace'ın ilgisini çekti. Ertesi yıl Académie Royale des Sciences'a ilk büyük çalışmasını sundu. Bu çalışma gezegenimsi sferoitler (küre benzeri şekilleri olan ama tam yuvarlak olmayan nesneler, küremsi) arasındaki çekimlerle ilgiliydi. Ayrıca Laplace'a sürekli kesirlerin özellikleri ve üzerine ivmelendirici kuvvet uygulanmayan cisimlerin dönmesi gibi çok değişik konularda makaleler teslim etti. Bunların sonucunda Legendre 1783'te akademinin eklenik üyeliğine iki yıl sonra da yardımcı üyeliğine kabul edildi.

1784'te Legendre gökcisimleri mekaniği üzerine başka bir makale sundu. Makale, dönen bir sıvının içinde küre benzeri bir cismin denge durumuna ilişkindi. Kendi adıyla anılan ünlü polinom ailesini de işte bu makalede ortaya koydu. Özel bir tür diferansi-

yel denkleme yönelik bu çözümler uygulamalı matematikte hâlâ önemli bir yer tutar. Gökcisimleri mekaniğine olan ilgisi sonucu iki makale daha yayımladı. Bunlardan ilki elipsoitlerin arasındaki çekimle ilgiliydi, diğeri ise akışkan gezegenlerin biçim ve yoğunluğu üzerineydi.

Legendre'ın meslek yaşantısı başka alanlarda da gelişmeye devam etti. O zamanlar gerçekleştirilmekte olan en önemli jeodezik projelerden biri Greenwich Observatory ile Université de Paris arasındaki işbirliğiyle yürütülüyordu. 1787'de bu projede görevlendirilen Legendre bu işte gayet başarılı oldu. Legendre'ın çalışmalarında elde ettiği en önemli kuramsal sonuç, açılara gerekli düzeltmeler yapıldığı takdirde küresel bir üçgenin düzlemsel üçgen olarak kabul edilebileceğiydi. Jeodezik araştırma Laplace, Lagrange ve diğerlerinin üzerinde çalıştıkları ağırlık ve ölçü sistemlerinin düzenlenmesi işiyle ilgiliydi. Bu amaç doğrultusunda ilk başta oluşturulan komisyonun içinde yer almamasına karşın Legendre yeni sistemin kullanımını incelemek amacıyla 1791'de kurulan küçük bir grubun üyesi ve daha sonra da komisyonun bir parçası oldu. Paris'te kısa bir dönem için varlığını sürdürebilen Institut de Marat'da 1794'te matematik profesörü oldu. Laplace'ın ardından 1799'da getirildiği topçu olarak seçilen öğrencilerin matematik ayırtmanlığı görevini 1815'e dek sürdürdü. Bunun sonrasında Bureau des Longitudes'da Lagrange'ın görevini devraldı.

Legendre Devrim döneminin aşırılıklarından kaçınmayı başarmış olsa bile yakın bir zamanda evlenmiş olan Jacobi'ye 1832'de yazdığı mektuptan öğrendiğimize göre akademinin kapatılması onun için tam bir felaket olmuştu: "Ben senden çok daha geç bir yaşta, kanlı devrim sahip olduğum küçük birikimimi tamamen yok ettikten sonra evlendim. Utanç içinde yaşadığımız ve gerçekten çok zor geçen anlarımız oldu ama sadık eşim işleri yavaş yavaş yoluna koymam konusunda bana çok yardım etti. Böylece birbirinin peşi sıra gelen devrimlerin neden olduğu büyük kayıplardan arda kalan birikimimin bir kısmını koruyabildim. Bu birikim yaşlılık yıllarımda benim ve ben artık buralarda olmadığımda sevgili karımın ihtiyaçlarını görecektir."

Aslında Legendre bu satırları yazdığında yaşamının sonuna yaklaşıyordu. Yayıncısına da "Ciddi matematik çalışmalarına olan ilgi ülkemizde yavaş yavaş azalmaya başlarken bunun tersine diğer ülkelerde artan bir merak söz konusu," diye yazmıştı. Uzun ve acılı bir hastalıktan sonra ardında hiç çocuk bırakmadan 9 ya da 10 Ocak 1833'te seksen bir yaşında Paris'te yaşamını yitirdi. 1792'de evlenmiş olduğu dul eşi Marguerite, anısına büyük bir saygı göstererek şahsi eşyalarını korudu. Bu eşyalar arasında şüphesiz bugüne ulaşamayan portreler de vardı. 1856'daki ölümünün ardından Legendre'la beraber yaşamış olduğu son ev, o zamanlar şehir dışında olan ama şimdi Paris şehir merkezinin bir parçası olan Auteuil köyüne bağışlandı. Legendre kariyer peşinde koşan biri değildi ve Lagrange, Laplace ve Monge'dan farklı olarak hiçbir zaman ulvileştirilmedi. Yine de çabaları tamamen bilinmez değildi. Fransa'da *Légion d'Honneur*'e layık görülürken kendisine *Chevalier de l'Empire* unvanı verildi. Aynı zamanda jeodezi alanında yaptığı çalışmalarının bir takdiri olarak Royal Society of London üyeliğine seçildi.

Legendre'ın yayımladığı eserler arasında en başarılısı *Eléments de géométrie* (Geometrinin Elemanları) adındaki ders kitabıydı. Kitabın sonraki baskılarında Eukleides geometrisinin yanı sıra trigonometrinin elemanları, π sayısının irrasyonel olduğunun kanıtı ve daha başka konularda bilgiler bulunuyordu. Paralel doğrular kuramıyla ilgili bir ek 1803 tarihli baskıda yer aldı. Diğer çalışmaları, araştırma alanlarıyla daha yakından ilgiliydi ama ilginç bir şekilde Legendre adı esas itibariyle hayli sıradan bir eser olan ders kitabıyla birlikte anıldı.

Legendre'ın sayılar kuramına ilişkin ilk makalesi 1785 tarihlidir. Diğer özelliklerinin yanında bu çalışma, iki tek asal sayıyı birbiriyle ilişkilendiren kuadratik karşılıklılık yasasını ortaya koymaktadır. 1798'de *Essai sur la théorie des nombres* (Sayılar Kuramı Üzerine Denemeler) adlı çalışmasının ilk baskısını yayımladı. Bundan kısa bir süre sonra da Gauss'un başyapıtı *Disquisitiones arithmeticae* (Aritmetik Tartışmaları) yayımlanmıştı. Daha sonra Kummer'in de dediği gibi "Yaşamının büyük bir kısmını yüksek matematiğe ada-

yan Legendre bile *Essai sur la théorie des nombres*'nin ikinci baskısında eserini Gauss'un sonuçlarıyla zenginleştirmek istediğini ama bu yazarın yöntemlerinin hayli tuhaf olmasından dolayı bunun konudan tamamen sapmadan ya da yalnızca çevirenin bundaki rolünü düşünmeden mümkün olamayacağını itiraf etmek durumunda kalmıştı." Kitabın 1830'da yayımlanan üçüncü baskısı, aradan geçen onca yıla karşın hâlâ sayılar kuramında temel ders kitabı olarak kabul ediliyordu.

Bununla birlikte 1810'a gelindiğinde Legendre'ın ilgisi başka bir yöne çevrildi. Legendre, on dokuzuncu yüzyılda bir hayli gelişen eliptik fonksiyonlar kuramının kurucusu olarak kabul edilir. (Legendre'ın eliptik fonksiyon olarak adlandırdığı şey daha sonra eliptik integral adını aldı.) Bu konuya ilişkin olarak eliptik eğrilerin integralinden bahsettiği ilk yayını ertesi yıl yayımlanmıştı. Kafa karışıklığını önlemek adına bazı sözcükleri açıklamakta yarar var. Öncelikle matematiğin bu kolu elips üzerindeki yay uzunluklarının ölçülmesi probleminden çıkmıştır. Bunu gerçekleştirebilmek için belirli integrallerin yani eliptik integrallerin hesaplanması gerekir. Elips bir çember olduğunda, herhangi bir matematik öğrencisinin de bileceği gibi ters trigonometrik fonksiyonlar kullanarak bunu yapmak mümkündür. Bir yandan trigonometrik fonksiyonlar, ters fonksiyonlarda bulunmayan pek çok iyi özelliğe sahipken bir yandan da eliptik integrallerin söz dinlemez olmaları hiç de şaşırtıcı değildir. Bu konuda bir öncü olan Legendre çok hayati bir noktayı kaçırdı. Eliptik integrallerde eksik olan kimi iyi özelliklere eliptik integrallerin tersi sahip olabilirdi. Standart terminolojiye göre eliptik fonksiyonlar eliptik integrallerin tersi anlamına gelir. Hepsi bu kadar da değil. Trigonometrik fonksiyonlar, reel değişkene sahip gerçel değerli periyodik fonksiyonlardır. Kabul edilebilir bir kuram için eliptik fonksiyonlar kompleks değişkeni olan kompleks değerli fonksiyonlar olarak ele alınmalıdır. Üstelik trigonometrik fonksiyonlar periyodikken eliptik fonksiyonlar ikili periyodiktir.

Standart terminolojinin eliptik integral teriminin yerine Legendre'ın eliptik fonksiyon terimini kullandığını hatırımızda tutarak tekrar yayınlarına dönelim. 1811'de büyük çoğunluğu

eliptik integraller üzerine olan bir diğer önemli çalışması *İntegral Analizi Üzerine Alıştırmalar*'ın ilk cildini yayımladı. 1817'ye dek eserin ikinci ve üçüncü ciltleri de çıktı. Legendre yine de en etkili eserini sona saklamıştı. Konu üzerindeki araştırmalarını geniş bir şekilde açıklayan üç ciltlik *Traité des fonctions elliptiques* (Eliptik Fonksiyonlar Üzerine) adlı çalışmasını 1825 ile 1828 arasında yayımladı. Ne yazık ki Legendre bu probleme integral analizi çerçevesinde yaklaştı. Bunun üst seviyede bir trigonometri ve bu sayede ayrı bir analiz kolu olarak düşünülebileceğini görememişti.

Legendre'ın bilimsel incelemesi, öncüllerinin kurama sağladıkları büyüklü küçüklü katkıları ve kendisinin bu sonuçlara yaptığı eklentileri bir araya getiren bir ansiklopedidir. Charles Hermite'in da ortaya koyduğu gibi "Pek çok nedenden ötürü eliptik fonksiyon kuramının kurucusu olarak kabul edilen Legendre ardıllarının işini bir hayli kolaylaştırmıştır; Abel ve Jacobi tarafından derhal keşfedilen ters fonksiyonunun ikili periyodik olması gerçeği eksik olan parçaydı ve Legendre'ın incelemesine böylesine kısıtlanmış bir analitik karakter veren de işte buydu." Eliptik fonksiyonların ele alınmasına ilişkin daha iyi yöntemlerin bulunması sonraki kuşak matematikçilere kaldı. Legendre onların yaklaşımlarındaki üstünlüğün hemen farkına vardı. Yaşamının son yıllarında bilimsel incelemesinin üçüncü cildi için üç ek yayımladı. Legendre bu eklerde şöyle diyordu: "Biz sadece bu konunun yüzeyine dokunduk ama tahmin edilebilir ki konu matematikçilerin çalışmalarıyla durmadan zenginleşecek ve nihayetinde aşkın fonksiyon analizinin en güzel parçalarından biri haline gelecektir." Böylece, neredeyse son mesleki hamlesi kendi çalışmalarının yerini alacak olan bu buluşları önermek olmuştu.

Sonraki kuşak matematikçilerin başında, yaşam öykülerini 3. Bölüm'de göreceğimiz Norveçli Niels Abel ve Alman Carl Jacobi geliyordu. Abel 1827'de Legendre'ı görmeye gittiğinde onun hayli nazik olduğunu gördü. Legendre ve Abel daha sonra mektuplaşmaya başladılar. Jacobi'nin toplu eserlerinin ilk cildinde ikili arasında beş yıldan uzun bir süre boyunca Fransızca yapılmış olan bir hayli ilginç yazışmalara rastlanır. Bu mektuplardan ilki 1828'de

Legendre akademiye Jacobi'nin ilk yayınlarını duyurduktan sonra gönderilmişti. Jacobi'ye şöyle yazmıştı: "Sen ve 'Abel' gibi iki genç matematikçinin bunca zamandır en sevdiğim çalışmalarımın nesnesi olmuş ve ülkemde hak ettiği ilgiyi görmemiş olan bu analiz kolunu başarılı bir şekilde geliştirmeniz beni çok mutlu ediyor." Ertesi yıl daha da uzun bir şekilde şu satırları kaleme aldı:

> Baylar, çok hızlı yol alıyorsunuz, tüm bu muhteşem akıl yürütmelerde sizi takip etmek neredeyse olanaksız –her şeyden önce Euler'in öldüğü yaşı, ki bu yaş insanın bir dizi zafiyetle mücadele etmesi gereken ve ruhunun, güçlüklerin üstesinden gelme ve kendini yeni düşüncelere alıştırma çabasından yoksun olduğu bir yaş, çoktan geçmiş yaşlı bir adam için olanaksız. Yine de emeklerini, sınırlarını sürekli olarak öteledikleri bilimin yararına yönelten denk güçteki bu iki atlet arasındaki yüce gönüllülükle yapılan yarışmaya tanık olacak kadar uzun yaşadığım için kendimi kutlarım.

II

FOURIER'DEN CAUCHY'YE

Joseph Fourier (1768-1830)

Joseph Fourier'nin bilimsel başarısı esas olarak geliştirdiği ısı iletimi kuramından gelir. Bununla birlikte, kuramın içinde yer alan matematiksel yöntemler, özellikle de trigonometrik seriler başka durumlar için de önemlidir. Bugün adlandırdığımız adıyla Fourier serilerinin tam olarak anlaşılabilmesi için çok uzun yıllar geçmesi gerekecekti. Nispeten çok az sayıda matematikçi önemli idari görevler üstlenmeye hevesli ve bunu yapabilecek kapasitedeydi. Fourier bunu başarıyla yapmış matematikçilerden biriydi.

Tam adıyla Jean-Baptiste-Joseph Fourier 21 Mart 1768'de doğduğu batı Burgonya'nın ana şehri Auxerre'in en ünlü simasıdır. Esas olarak Lorraine'li usta bir terzi olan babası Joseph ile annesi

Edmie, Fourier henüz on yaşına gelmeden öldüler. Neyse ki, çocuğun eğitimiyle çevreden bazı kişiler ilgilendi. Fourier, Benedikten ve diğer bazı keşişler tarafından işletilen bir dizi okuldan biri olan ilerici Ecole Royale Militaire'e yerleştirildi. Burada diğer derslerin yanında fen ve matematik eğitimi veriliyordu. Genç adamın hemen her konuya karşı yeteneği olsa da matematik konusunda özel bir dehası vardı. Fourier, eğitimini Paris'teki Collège de Montaigu'da tamamladı. Niyeti ordunun tüm sosyal sınıflara açık olan topçu ya da mühendislik kollarından birine katılmaktı ama Ecoles Militaires'de müfettiş olan Legendre'dan aldığı güçlü tavsiye mektubuna karşın başvurusu reddedildi. Sağlıkla ilgili nedenlere dayanarak başvurusu reddedilebilecekken açıklanan neden yalnızca soylu adayların başvurularının kabul edildiğiydi.

Bu tersliğin ardından Fourier kilisede çalışmaya başladı. Kendi statüsündekilere temel matematik dersi vermekle görevlendirildiği ünlü bir Benedikten manastırı olan St. Benoît-sur-Loire'de papaz çömezi oldu. Keşiş yemini etmesinin ardından Abbé (Peder ya da Rahip) Fourier olarak tanınmaya başlasa da o yaşamını kilisede sürdürmek yerine Ecole Militaire'de ders vermek üzere Auxerre'e döndü. Yirmi bir yaşına gelmişti ve Académie Royale des Sciences'daki bir toplantıda dinleyicilerin önünde bir araştırma makalesini sunmuştu bile.

Devrim'in ilk yıllarında Fourier ülkede yaşananlara ilişkin yaptıklarıyla göze çarpıyordu. Terör döneminin kurbanlarını cesaretle savunması Comité de Salut Public'in 1794 tarihli kararıyla tutuklanmasına kadar vardı. Robespierre'e yapılan kişisel rica sonuç vermediyse de Robespierre giyotinle idam edilince Fourier serbest bırakıldı. Fourier bunun üzerine, kısa bir dönem ayakta kalan Ecole Normale'in öğrencisi oldu. Burada uygulanan yenilikçi eğitim onun üzerinde büyük bir etki yaparken Lagrange, Laplace ve Monge gibi o dönemin önemli matematikçilerini tanıma şansı elde etti. Mağrur Laplace'ın bir yönetim hatası sonucu profesör olarak değil de öğrenci olarak kaydedilmesi Fourier'yi çok eğlendirdi. Ertesi yıl Ecole Polytechnique, ilk adı Ecole Centrale des Travaux Publiques adıyla kapılarını açtığında Lagrange ve Monge'un dersle-

rine destek olması için yardımcı hoca olarak göreve getirildi. Ancak çok geçmeden eski rejime karşı verilen tepkinin kurbanı olarak yeniden tutuklandı. Hapishanede bulunduğu dönem içinde hayli kaygılanan Fourier, Ecole'deki arkadaşlarının çabalarıyla salıverildi.

Fourier, 1798'de adı açıklanmamış bir yere yapılacak sefere katılması için seçildi. Daha sonra bu seferin Napoléon'un Mısır macerası olduğu anlaşılacaktı. Yeni kurulmuş Institut d'Egypte'in başında Monge ve daimi sekreteri Fourier'yle Kahire'ye yerleştikten sonra seferin kültürel kolu, bir kısmına el koyduğu eski eserleri incelemeye başladı. Fourier bu görevinin ötesinde bazı diplomatik ilişkileri yürütmekle görevlendirildi. Matematik üzerine düşünmeye de vakit bulabiliyordu. Institut d'Egypte'in çalışmalarına ilişkin bir rapor yayımlanmasını teklif etti. Ondan Fransa'ya dönüşünde bu raporun hazırlanmasında danışmanlık yapmasının yanı sıra antik uygarlığa ait harikaların yeniden keşfedilmesini anlatan raporun tarihi önsözünü de yazmasını istediler. Napoléon'un bazı değişiklikler yaptığı Fourier'nin bu zarif önsözü, *Description de l'Egypte* (Mısır'ın Tanımı) yayımlandığında kitabın başındaki yerini almıştı.

Bu arada Fourier, Ecole Polytechnique'teki işine geri dönmüştü. Yöneticilik yeteneğinden hayli etkilenmiş olan Napoléon kısa bir süre sonra Fourier'yi merkezi Grenoble'de olan ve etki alanı o zamanki İtalya sınırına dek uzanan Isère'e vali olarak atadı. Valilik görevi zaman isteyen bir işti ama yine de Fourier ısı iletimine ilişkin "Katı Cisimlerde Isı Dağılımı" başlıklı klasik monografisini bu dönemde yazarak bu çalışmayı 1807'de Académie Royale des Sciences'a sundu. Çalışmayı Lagrange, Laplace, Lacroix ve Monge inceledi. Lagrange çalışmanın bazı noktalarına yaptığı itirazlarda (özellikle trigonometrik ya da şimdi söylediğimiz şekliyle Fourier serileri merkezi kavramına) hayli sertti. Bu nedenle eserin tamamının yayımlanması engellendi; sonuçta ortada Poisson tarafından kaleme alınan beş sayfalık yetersiz bir özet vardı. Isı iletimi kuramında rakipleri tarafından üstünlük sağlanmış olan Poisson ve Biot yıllarca Fourier'nin başarılarını küçümsedi. Fourier daha sonra bu çalışmasıyla akademiden bir ödül kazansa da Fourier'nin ısı iletimi kuramı 1822'ye dek yayımlanmayacaktı. Clerk Maxwell'in

sözcükleriyle "mükemmel matematiksel bir şiir" olan *Théorie analytique de la chaleur*'ün (Isının Analitik Kuramı) önsözünden alıntı yaparsak:

> İlk sebepleri bilmiyoruz ama bildiğimiz bir şey var o da bu sebeplerin gözlemle anlaşılabilecek basit ve değişmez yasalara tabi olması ki bu da Doğal Felsefe'nin amacı... Tıpkı yerçekimi gibi ısı da evrendeki tüm maddelerin içine işler; ısının ışınları her yerdedir. Çalışmamızın amacı bu unsurun takip ettiği matematik yasalarını ortaya çıkarmaktır... Ancak mekanik kuramlarının kapsamı ne olursa olsun bu kuramlar kesinlikle ısının etkilerini açıklayamıyor. Hareket ve denge ilkeleriyle açıklanamayacak özel bir durum meydana geliyor... Isının iletimine ilişkin diferansiyel denklemler en genel koşulları ifade ediyor ve fiziksel soruları, tam da kuramın amacı olan soyut Analiz problemlerine indirgiyor.

Fourier'nin vali olarak elde ettiği başarılarının arasında büyük bir bataklık alanın kurutularak değerli bir tarım arazisi elde etmek üzere otuz yedi farklı belediyenin anlaşmasının sağlanması, Grenoble ile Torino arasındaki harikulade yolun planlanması yer alır. Ne var ki bu yolun yalnızca Fransız kısmı inşa edilmiştir. Napoléon, vali olarak yaptığı büyük hizmetlere karşılık Fourier'ye baron unvanı vermişti.

1814'te Napoléon iktidardan uzaklaştırıldığında Fourier hâlâ Grenoble'daydı. Şehir, imparatoru Paris'ten güneye oradan da Elbe'ye götüren eskort grubunun yolu üzerindeydi. Fourier eski yöneticisiyle utanç verici bir karşılaşma yaşamamak için güzergâhın değiştirilmesi amacıyla görüşmeler yaptı. Ancak 1815'te Napoléon Paris'e doğru yürüyüşe geçmişken böylesi bir rota değişikliği mümkün değildi ve Fourier kendini tehlikeye atarak bir valinin yapması gerekeni yaptı. Nafile olduğunu bile bile şehrin savunma için hazırlanması emrini verdi. Şehri bir kapısından terk ederken Napoléon da bir diğer kapıdan şehre girdi. Bu idaresi güç durumdaki tutumu aralarındaki ilişkiyi etkilememişti. Hatta imparator kısa bir süre sonra Fourier'ye kont unvanı vererek onu Lyon'daki Rhône iline vali olarak atadı. Bununla birlikte "Yüz Gün" sona ermeden

önce Fourier, rejimin uyguladığı şiddeti protesto etmek için bu yeni unvan ve görevini bırakarak bilimsel çalışmalarına odaklanmak amacıyla Paris'e döndü.

Bu, Fourier'nin yaşamında en dibe battığı dönemdi. Kısa bir süre için işsiz kaldı. Kısıtlı bir emekli maaşıyla geçiniyordu ve siyasi olarak gözden düşmüştü. Bununla birlikte Ecole Polytechnique'ten eski bir öğrencisi ve aynı zamanda Mısır'daki yol arkadaşlarından biri Seine valisi olmuştu. Vali, Fourier'i Seine'deki istatistik dairesinin başına getirdi. Bu, yorucu işleri olmayan ama ihtiyaçlarını karşılayacak kadar bir maaş alacağı bir konumdu.

Fourier'nin son yaratıcılık dalgası diferansiyel denklemlere uygulanan integral-dönüşüm çözümlerinin işlemsel analizle ilişkisini etkili bir biçimde açıkladığı 1817-18'de geldi. O sıralarda Fourier, Poisson ve Cauchy arasında bu tür yöntemler geliştirmek üzerine üçlü bir yarış vardı. Poisson'un eleştirisine karşı verdiği ezici yanıtta Fourier, uzun bir süredir analize kafa tutan bazı denklemler için integral-dönüşüm çözümlerini göstererek Cauchy'nin kalıntı analizine giden yolda sistematik bir kuram geliştirmesinin yolunu açmıştı.

1816'da Fourier yeniden kurulan Académie des Sciences üyeliğine seçildi ama onun Napoléon'un Rhône valiliğini kabul etmesini affetmeyen XVIII. Louis ilk başta bu üyeliği onaylamayı reddetti. Diplomatik görüşmeler sonucunda sorunun çözülmesiyle Fourier'nin ertesi yılki adaylığı kabul edildi. Fourier, *Description de l'Egypte*'in ikinci baskısıyla ilgili de bazı sorunlar yaşasa da (Napoléon'a yaptığı göndermelerin gözden geçirilmesi gerekiyordu) genel olarak saygınlığını hızla geri kazanıyordu. Société d'Arcueil'in düşüşe geçmesinden sonra güçlü bir konumda kalarak Poisson'un husumetine karşı Laplace'ın desteğini aldı. 1822'de Académie des Sciences'ın güçlü bir konum olan daimi sekreterliğine getirildi. 1827'de tıpkı daha önce d'Alembert ve Laplace'ın olduğu gibi edebiyat alanındaki Académie Française'e, Fransa dışında ise Royal Society of London'ın üyeliğine seçildi.

Fourier'nin sağlığı hiçbir zaman çok iyi olmamıştı ve artık yaşamının sonuna doğru tiroitle ilgili muhtemelen Mısır'da yakalan-

dığı miksödem hastalığından kaynaklandığı düşünülen bazı tipik bulgular gösteriyordu. Bazı belirgin fiziksel bulguların yanı sıra bu hastalık hafızanın bulanmasına da yol açabiliyordu. Hastalığın bu etkisi son yıllarında konudan konuya atlayan makalelerinde açıkça görülüyordu. Belki de 1830'un başlarında yaşanan ve daha sonra göreceğimiz talihsiz bir olayda da bu hastalığın payı vardı. Galois'nın denklemlerin çözümüne ilişkin akademiye gönderdiği makaleyi kaybetmişti. Fourier bu olay gerçekleştiğinde artık hastalığının son evrelerinde olduğundan pek de kınanamazdı. Mayıs 1830'un başında vücudu aniden çöken Fourier'nin durumu 16 Mayıs'ta altmış iki yaşında yaşamını yitirene dek sürekli kötüledi. Cenaze töreni St. Jacques de Haut Pas'da gerçekleştirildi. Fourier, Père Lachaise mezarlığında Monge'un mezarının yakınlarında bir yere defnedildi.

Meslek yaşamı boyunca gösterdiği özverili destek ve teşvik sayesinde genç dostları Fourier'ye hep vefalı davrandı; son yıllarında Oersted, Dirichlet, Abel ve Sturm'un da aralarında bulunduğu çok sayıda matematikçi ve bilimciye yardım etti. Fourier'nin en temel bilimsel başarısı ısı dağılımı üzerine yaptığı çalışma ve bu konuyu daha da ilerletmek adına uyguladığı matematiksel yöntemlerde yatar. Konuya olan ilgisi Mısır'dayken başlamış olsa da işin asıl kısmını Grenoble'dayken gerçekleştirmişti. Fourier, doğanın derinlemesine incelenmesinin matematiksel keşiflerin en verimli kaynağı olduğunu söylerdi. Bununla birlikte, oluşturduğu matematiksel kuram pek çok farklı alanda uygulandı.

Fourier naif bir biçimci değildi. Verili bir trigonometrik serinin katsayılarını hesaplamak için terim terim integralinin alınmasının mutlaka doğru sonuç vermesi gerekmediğini gördü. Çok geniş bir sınıf içindeki herhangi bir fonksiyona karşılık gelecek şekilde belirli bir aralıktaki değerleri eldeki fonksiyonla aynı olan bir trigonometrik seri üretilebilirdi. Fourier'nin bir örnekle de gösterdiği gibi verili fonksiyon her biri basit aralığın ayrık alt aralıklarında tanımlanmış farklı cebirsel ifadelerin bir birleşimi de olabilir. Trigonometrik açılımları da, gelişigüzel fonksiyonları da farklı kişiler kullanmıştı ama trigonometrik açılımlar periyodiklik olgu-

su olan problemlerle kısıtlanmış gelişigüzel fonksiyonlarsa kısmi diferansiyel denklemlerin çözümlerinde karşılaşıldığında doğaları gereği bunların cebirsel ifadelere karşı etkisiz olduğu kabul edilmişti. Trigonometrik açılımlar üzerine yaptığı çalışmanın yarattığı büyük şaşkınlığın nedeni, tamamen farklı biçimlerdeki cebirsel ifadeler arasında sonlu bir aralıkta paradoksal eşitlik özelliğini göstermesiydi.

Fourier rasyonel mekanik bakış açısına sahipti. Analitik yöntemler üzerinde olağanüstü bir ustalığı vardı ve fiziksel içgüdüyle şekillenen bu gücü onun başarılı olmasını sağlamıştı. Fourier'den önce rasyonel mekaniğin en büyük problemlerinde kullanılan denklemler genellikle doğrusal değildi ve *ad hoc* (geçici) yöntemlerle çözülüyorlardı. Fourier, bir denklemin farklı bileşenlerinin ve serilerdeki çözümünün, analiz edilen fiziksel çözümün değişik yönleriyle birlikte açık bir biçimde tanımlandığı tutarlı bir yöntem geliştirdi. Aynı zamanda denklem çözümlerinin fiziksel anlamlarına yönelik asimptotik özelliklerini yorumlama konusunda şaşmaz bir içgüdüsü vardı. Yaklaşımı öylesine güçlüydü ki doğrusal olmayan denklemler matematiksel fizikte ancak tam bir yüzyıl sonra yeniden önem kazanmıştı.

Fourier en çok ısı dağılımı üzerine yaptığı çalışmayla bilinse de ortaya koyduğu matematik bilgisi pek çok farklı alanda önemli oldu. Matematiksel fizikte Fourier'nin görüşleri Laplace'ın görüşlerinden çok daha etkili oldu. Uzun yıllar boyunca denklemler kuramına olan ilgisini sürdürdü ve hatta yaşamının sonlarında konuyla ilgili bir kitabı tamamlamaya çalışıyordu. Fourier'nin konu üzerindeki kimi görüşleri Sturm teoremine dahil olurken kimi görüşleri de yakın zamanlarda doğrusal programlama kuramında uygulama alanı buldu. Fourier, dinamik ve olasılık kuramına da ilgi duyuyordu. Bir matematikçi olarak Fourier, döneminin Cauchy ve Abel dışındaki diğer insanları gibi mutlak pratik problemlerle ilgiliydi ama yine de sınırlayıcı süreçler kuramını anlamlı bir çalışma olarak hak ettiği gibi kavrayamamıştı.

Sophie Germain (1776-1831)

Yakın bir zamana dek bir kadının akademik dünyada üstün başarılar elde etmesi neredeyse olanaksız gibiydi. Bu durum özellikle fen alanında, hepsinden de öte matematikte geçerliydi. Bunun ilk akla gelen nedenleri bu kitapta yer alan biri Fransız, biri Rus ve biri Alman üç kadın matematikçinin yaşam öyküleriyle daha anlaşılır olacaktır. Ele alınan dönem ne kadar günümüze doğru yaklaşırsa kadın matematikçi sayısı da o kadar artacaktır. Hiç kuşku yok ki geçmişte bu tür bir üne kavuşabilecek çok sayıda kadın vardır ancak ne yazık ki aşılması güç sosyal engeller nedeniyle bu kişiler hakkında çok az şey biliyoruz. Bugün bile, aksine çok sayıda kanıt olsa da matematiğin erkeklere özgü bir konu olduğuna dair bir görüş vardır ama bu kitap, üzerine bunca şey yazılmış bir konuyu tartışabileceğimiz zemin değildir. Bu tartışma yalnızca burada yer verilen üç örnekle sınırlı kalacaktır.

Marie-Sophie Germain, kuşaklar boyunca uğraştıkları ticaretten hatırı sayılır bir zenginlik elde etmiş Parisli burjuva bir ailenin kızı olarak 1 Nisan 1776'da dünyaya geldi. Babası Fransız Devrimi'nin ilk yıllarında kısa bir dönem politikaya atılmış bir ipek tüccarıydı. 1789'da toplanan L'Assemblée Constituante'e halk sınıfı* milletvekili olarak seçilmişti. Daha sonra Fransa Merkez Bankası yöneticiliğine getirildi. 1821'de doksan beş yaşında yaşamını yitirdi. Üç kızından ikincisi Sophie mali açıdan yaşamı boyunca babasına bağımlı kaldı. Hiç evlenmeyen Sophie kendini matematiğe ve bilime adadı. Kendine verdiği adla Sophie Germain, Devrim yıllarında büyüdü. Utangaç bir kız olarak babasının kütüphanesine çekilir, kitapların arasında kaybolurdu. Matematikle ilgili iki kitabı özellikle ilgi çekici buluyordu: Bézout'nun temel ders kitabı ve Montucla'nın matematik tarihi üzerine kitabı. Matematiğe büyük bir şevkle yaklaşıyordu.

1795'te Ecole Polytechnique kurulduğunda genç kızlığının son dönemlerini yaşayan Sophie Germain bir kadın olarak bu okula başvurma hakkına sahip değildi. Ölümünün ardında yazılan metinde bununla ilgili olarak şöyle denilmişti:

> Ailesinin yalnızca cinsiyeti nedeniyle değil aynı zamanda yaşı gereği çok sıra dışı bir heves olarak gördüğü isteğinden onu ilk başta vazgeçirmeye çalışmasıyla birlikte önüne çıkan tüm engelleri aştı... Ecole Normale ve Ecole Polytechnique'in kurulmasıyla değişik profesörlerin ders notlarını elde etti. Özellikle Fourcroy'un kimya ve Lagrange'ın analiz derslerine büyük ilgi duydu. O zamanlar bu iki profesör derslerin bitiminde öğrencilerinden gözlemlerini yazılı olarak sunmalarını istedikleri son derece güzel bir uygulama yaparlardı. Matmazel kendi gözlemlerini, Ecole Polytechnique'teki bir öğrencinin adını kullanarak Lagrange'a gönderdi.

Sophie Germain'in seçtiği takma ad LeBlanc'tı. Ecole Polytechnique'te kendinden bir yaş büyük ve yakın bir zamanda yaşamını yitirmiş olan Antoine-Auguste LeBlanc adında bir öğrenci vardı.

---

* Fransa'da Devrim öncesi toplum üç sınıfa ayrılmıştı: din adamları, soylular ve halk. (ç.n.)

Lagrange onun çalışmasından etkilenmişti. Gerçek kimliğini öğrendiğinde "hayrete" düştü. Bunun sonrasında pek çok Parisli bilimci Sophie Germain'e çalışmalarında yardımcı olma teklifinde bulundu. 1797'ye gelindiğinde Sophie Germain, Laplace'ın zorlu *Exposition du système du monde* adlı kitabının basitleştirilmiş hali *Astronomie des dames*'ı (Kadınlar İçin Astronomi) okumayı yeterli bulmayarak eserin orijinalini okumuştu.

Sophie Germain ona bir bibloymuşçasına davranan dönemin sosyal çevresinden kendini soyutlamış gibiydi. Çalışmaları ilerledikçe ilgi duyduğu alanlardaki önemli bilimcilerle yazışmaya başladı. Böylece, sayılar kuramıyla ilgilendiğinde Legendre'a yazdı ve bir süre sonra ikili düzenli olarak mektuplaşmaya başladı. Yine de yazıştığı en önemli kişi bir sonraki yaşam öykümüzün kahramanı Alman matematikçi Gauss'tu. Meslek yaşantısının bu noktasında henüz Braunschweig'da olan Gauss sayılar kuramı üzerine büyük eserini henüz tamamlamıştı. Eser, 1801'de yayımlandı. 1804'e gelindiğinde Gauss'un Paris'te hayli saygın bir yeri vardı. Lagrange tebrik için yazdığı mektubunda "*Disquisitones* adlı eseriniz sizi bir anda birinci sınıf matematikçiler arasına sokarken eserin son bölümünde uzun bir zamandan beri yapılmış en güzel analitik keşfin yer aldığını düşünüyorum... İnanın ki bayım, hiç kimse başarınızı benim kadar alkışlamamaktadır," diyordu.

Sophie Germain 1804'te takma adını kullanarak Gauss'a yazdı: "Uzun bir zamandır *Disquisitiones Arithmeticae* adlı eseriniz hayranlığımın ve çalışmalarımın merkezi durumunda. Kitabın son bölümünde diğer şeylerin yanında o güzel teorem bulunuyor. Bu kitabın devamını ellerimde tutmak için gösterdiğim sabırsızlık hiçbir şeyle ölçüşemez. Duyduğuma göre bu kitap üzerinde çalışıyormuşsunuz. Kitap çıkar çıkmaz satın almak için hiçbir şeyi esirgemeyeceğim." Orijinal *Disquisitiones* metninin bir kısmı maliyeti azaltmak için basılan eserden çıkarılmış olsa da kitabın devamı hiç çıkmayacaktı.

Kitaptaki bazı alıştırmalar üzerinde çalışarak bunları sonuçlandıran Sophie Germain kararlılıkla yoluna devam ederek kendi çabalarının bir eseri olan bu sonuçları değerlendirmesi için ricada

bulundu: "Bu denemelerimi, böylesine parlak bir başarıyla beslediğiniz hevesli bir bilim amatörünü tavsiyelerinizle aydınlatmaktan kaçınmayacağınızı düşünerek sizin takdirinize sunma cüretini gösteriyorum." Mektubuna eklediği araştırma ayrıntılarının pek çoğu günümüze ulaşamamış olsa da Gauss'un Mösyö LeBlanc'a verdiği yanıttan çabalarının, Gauss'un gözünde değersiz olmadıkları anlaşılıyor. Aldığı yanıtla cesaretlenen Sophie Germain çalışmalarından başka örnekler gönderdi:

> Hiç şüphesiz mektubuma uygun gördüğünüz övgü dolu cevabınız sizin müsamahakârlığınızdan kaynaklanıyor; bana çalışmalarınız hakkında bu tartışmalarımızı devam ettirme yönünde bir umut verdiniz; dünyada hiçbir şey beni bundan daha mutlu edemezdi. Aslında benim ancak becerebildiğim âciz çabalarım ile sizin haşır neşir olduğunuz dâhiyane keşif yöntemleri arasında ne büyük bir fark var! Lakin size göndermiş olduğum notları büyük bir lütufla kabul etmenizden dolayı size yeni notlar gönderme konusunda çekinmiyorum. Başka bir olay üzerine determinantı sıfır olan üçlü bir formun ikili forma eşit olduğunu ispatlayacağınıza söz vermiştiniz. Bu indirgemeyi yapmanın yollarını aradım ve bu durum için ilişik formun, tıpkı determinantı sıfır kabul edildiğinde ikili formun aldığı forma benzeyecek biçimde *m* ile çarpılmış bir kare haline geldiğini buldum...

Yine de Sophie Germain'in tüm merakına karşın Gauss onun beklediği önemli değerlendirmeleri çok ender yapıyordu. Gauss yalnızca kendi teoremlerine ilişkin işleri üzerine bir şeyler söylüyor, Sophie Germain'in kendi çalışmalarına hiçbir şekilde dahil olmuyordu. Bu muhtemelen Sophie Germain'in zihninde oluşan düşünceden daha fazla Gauss'un kendini oyalamasının bir sonucuydu. Gauss'un Sophie Germain'den daha genç olduğunu ve genç yaşta tanınmış olsa da Gauss'un hâlâ meslek yaşamının başında bulunduğunu unutmamamız gerekir.

Kendi adına Sophie Germain, Gauss'un egosunu destekleme konusunda hayli istekliydi. LeBlanc adıyla şöyle yazmıştı: "Ne yazık ki zihnimin sınırları hevesimin zenginliği kadar değil ve bu nedenle de böylesine deha sahibi birisine eminim ki tüm okuyucularının gösterdiği bir hayranlık sunma dışında verebileceğim hiçbir

şey olmadığından düşüncesizlik ederek canınızı sıktığımı zannediyorum." Başka bir yerde ise şu satırlarına rastlarız: "Âciz çabalarımı size yazmam için verdiğiniz izni bir lütuf olarak görüyorum. Umarım ki birinin danışabileceği bu konudaki tek aydın uzman olarak hatalarım konusunda beni uyarma iyiliğini gösterirsiniz."

"Hevesli bir amatör" ve "dikkatli bir okuyucu" olan Sophie Germain, Gauss'tan dalkavukça övgüyle söz etmekten asla vazgeçmedi ve mektuplarına zaman geçirmeden yanıt verdi. "Tek aydın uzman" ise benzer bir zorunluluk hissetmiyordu. "Bana gönderme nezaketi gösterdiğiniz mektubunuza cevap vermeden geçen altı ay yüzünden sizden binlerce defa özür dilemem gerekir." Gauss'un büyük bir şevkle hemen yanıt verdiği tek bir durum vardı –Mösyö LeBlanc'ın aslında bir kadın olduğunu öğrendiği an.

Bu keşif şöyle gerçekleşmişti. Napoléon'un 1806'da Jena'da kazandığı zafer Fransızlara Prusya'nın kapılarını açmıştı. Bu şartlar altında Gauss'un güvenliğinden endişe eden Sophie Germain, eski bir aile dostu Penerty adındaki yüksek rütbeli bir subaydan soruşturma yapmasını istedi. Durumu tam olarak anlayamayan Penerty astları aracılığıyla bu ricayı yerine getirdi. Penerty Gauss'a bu işi Matmazel Germain adına yaptığını söylediğinde Gauss bu ada sahip kimseyi tanımadığını belirtti ve bunun sonucunda Sophie Germain gerçek kimliğini açıklama zorunluluğu hissetti:

> Mösyö Penerty benim vermiş olduğum onurlu görevi size açıklarken adımı öğrenmenize neden olduğunu belirtti. Bu durumda itiraf etmem gerekir ki aslında ben size tahmin ettiğiniz kadar yabancı değilim ama kadın bilimcilere yönelik alaycı tavırdan çekindiğimden size o notları Mösyö LeBlanc adıyla gönderdim. Elbette ki bu durum bana göstermiş olduğunuz müsamahaya yakışmıyor. Gizemlerini sizin ortaya koyduğunuz yüce aritmetiğin sevdalıları arasında beni de gördüğünüz biçiminde bana vermiş olduğunuz cesaretten dolayı size duyduğum minnettarlık, savaşın neden olduğu bu sıkıntılı dönemde güvenliğinizden endişe ederek beni sizden bir haber almaya iten en önemli nedendi; ve büyük bir gönül rahatlığıyla öğrendim ki şartların elverdiği ölçüde rahatsız edilmeden evinizde kalmaya devam etmişsiniz. Yine de umut ederim ki bu olaylar sizi astronomik ve özellikle de aritmetik araştırmalarınızdan uzun süre alıkoymaz çünkü bilimin bu dallarının benim için özel

bir anlamı var. Kitabınızda ortaya konan gerçekler arası bağlantılara büyük bir memnuniyetle sürekli olarak hayran oluyorum. Ne acıdır ki büyük şeyler düşünebilmek yalnızca birkaç ayrıcalıklı zihne mahsus ve bilinmesini sağladığınız gelişmelerden yola çıkarak görünüşe göre pek de zahmete girmeden sizin ortaya koyduklarınızdan hiçbiriyle karşılaşmayacağıma eminim.

Bunun üzerine Gauss'tan şu yanıt gelir:

Böyle gurur okşayıcı ve değerli bir dost edinmek ne kadar güzel ve mutluluk verici. Bu savaş döneminde bana göstermiş olduğunuz yakın alaka takdire şayan. Savaşta olanların ve savaşın sonuçlarının gelecekteki yaşamım üzerinde hayli büyük bir etkisinin olacağını düşünsem de neyse ki şimdiye kadar bunlar beni pek etkilemedi. Saygıdeğer mektup arkadaşım Mösyö LeBlanc'ın böylesine şöhretli birine dönüşerek inanması güç parlak bir suret ortaya çıkarması karşısındaki şaşkınlığımı ve hayranlığımı anlatamam. Genel olarak soyut bilimlere ve hepsinden öte sayıların gizemli dünyasına duyulan hevese çok sık rastlanmıyor; bu durum çok da şaşırtıcı değil çünkü yüce bilimin tüm güzellikleriyle çekiciliği kendini yalnızca bunları anlayabilme cesareti olanlara gösteriyor. Eğer cinsiyeti, alışkanlıklarımız ve önyargılarımız nedeniyle bu karmaşık problemlerle ilişkiye geçme konusunda bir erkeğin karşılaştığından çok daha fazla engelle karşılaşan bir kadın bu engellerin üstesinden gelir ve en derinlerde saklı olana ulaşırsa onun asil bir cesarete, sıra dışı bir yeteneğe ve olağanüstü bir dehaya sahip olduğundan şüphe yoktur. Yaşamıma büyük neşe katan bilimin bu çekici yanlarının sizin bahşettiğiniz iltifattan daha asılsız olmadığını bana daha gurur okşayıcı ve daha az belirsiz bir biçimde gösterecek başka hiçbir şey yoktur. Mektuplarınızın dolup taştığı bilimsel notlarınız bana sonsuz bir keyif verdi. Notlarınızı dikkatle inceledim ve aritmetiğin her koluna kolaylıkla dalabilmenizi ve bunu genelleyip kusursuzlaştırmanızdaki erdemi takdir ettim.

Gauss, kübik ve bikuadratik kalıntılara ilişkin üç yeni teoremi "Bu teoremleri kanıtlama zevkinden sizi mahrum etmemek için," diyerek kanıtları olmadan Sophie Germain'e gönderdi. Bu ifade Gauss'un kişiliği hakkında bize bilgi verir. Anlaşılan kanıtlara ulaşmak Sophie Germain'in bir ayını aldı ve bunu gerçekleştirdiğinde de onaylaması için kanıtları Gauss'a gönderdi. Altı ay sonra Gauss yazışmalarına şu satırlarla son verdi:

Son mektubunuz ve içindeki ilginç tebliğlerinize tüm kalbimle teşekkür ederken bu kadar geç cevap verdiğim için binlerce kez özür dilerim. Bu ihmalkârlık büyük ölçüde durumumdaki değişikliklerden kaynaklanıyor. Çok uzun bir zaman önce bana teklif edilmiş olan Göttingen'deki astronomi profesörlüğü görevini kabul edebilmek üzere evimden taşındım. Beni bu adımı atmaya zorlayan sinir bozucu şartlardan ve burada içine düştüğüm yeni sıkıntılardan söz etmek dahi istemiyorum. Daha önce başvuruda bulunduğum enstitü umarım bu duruma müdahale ederek buna bir son verir. Şimdiye bakarsak, artık matematik çalışma ve elde ettiğim sonuçları Göttingen'deki derneğin dergilerinde yayımlama şansına sahibim. Büyük bir memnuniyetle size bu çalışmanın dayandığı önermeleri gönderiyorum. Umarım bu sizi bir nebze de olsa eğlendirir. Teoremlerimin güzel kanıtlarına ilişkin şu anda kolayca bir şeyler söyleyemediğim için beni affedin. Bu kadar kısa bir sürede bunları idrak etmiş olma erdeminizden dolayı sizi takdir ediyorum. Bu zarif kanıtların bazı başka kanıtlarla birlikte bir parçasını oluşturduğu kuramımın tamamını yakın bir zamanda yayımlamayı umut ediyorum. Çevremde mutsuzluk ve kederden başka bir şey görmediğim şu anlarda matematikle uğraşmak beni ne kadar mutlu ediyor bilemezsiniz! İnsan yalnızca bilimle uğraşırken, ailesinin yanında ya da değerli dostlarıyla yazışırken genel sıkıntılardan biraz olsun sıyrılabiliyor. Son mektubumda bahsettiğim gezegenlerin yörüngelerinin hesaplanmasına ilişkin çalışmam nihayet basılıyor. Umarım bir iki ay içinde bu iş sonuçlanır. Daha çok okuyucusunun olacağını düşünerek kitabı Latinceye çevirmekten de geri durmadım. Her zaman mutlu kal benim sevgili dostum. Kalbinin ve aklının nadide özellikleri bunu hak ediyor. Her zaman büyük bir onurla taşıyacağım sizin bir dostunuz olma payesine yönelik kibar güvencenizi zaman zaman yenilemeye devam edin.

Bu, Sophie Germain'in Gauss'tan aldığı son mektuptu. Görünüşe göre mektup alışıldık saygı ifadelerinden de öteye gidiyordu. Avrupa'da Gauss'un sayılar kuramındaki çalışmalarını bütünüyle inceleme ve anlama yeteneğine ve merakına sahip çok az sayıda insanın olduğu bir zamanda Germain bunu gerçekleştirmişti. Elbette Germain, mektup arkadaşının vereceği zihinsel desteğe Gauss'un olduğundan daha fazla bağımlıydı. Sonraki yıllarda Gauss'a bilimsel çalışmalarından örnekler göndermeye devam etti. Gauss bu çalışmaların saygıyla karşılanmasını sağlamak adına bazı girişim-

lerde bulundu. Burada ilginç bir açıklayıcı bilgi verelim. Académie Royale des Sciences Gauss'a bir ödül verir. Ödül genellikle madalya olarak sunulur. Gauss bunun yerine karısına vereceği bir saat ve arta kalan miktarı da nakit olarak alıp alamayacağını sorar. Akademinin daimi sekreteri olarak Fourier, Sophie Germain'e yazar ve Gauss'un kendisi için sarkaçlı bir saat seçmesini rica ettiğini belirtir.

Sophie Germain Paris bilim çevrelerinde neredeyse ünlü bir sima olmuşsa da Lagrange'ın ölümünün ardından kendisine yeni bir koruyucu bulması gerekiyordu. Babacan Legendre destekleyici oldu. Fourier de dostça davranıyor ve yardımcı oluyordu. Akademisyen eşlerinin katılmalarına izin verildiği halde daha önceden bazı güçlüklerin yaşandığı akademideki halka açık toplantılara Sophie Germain'in katılmasını sağladı. Ayrıca Collège de France'a *entreé* (giriş hakkı) elde etmişti.

Sophie Germain enerjisinin büyük bir kısmını Fermat'nın son teoremini ispatlamaya yönelik başarısız girişimine adamış olsa da matematiğin tamamen farklı bir alanında da iz bıraktı. 1808'de Alman fizikçi Ernst Chladni Paris'e gelerek çeşitli düzenli şekil plakalarının titretildiği zaman gözlemlediği gizemli şekilleri göstermişti. Üç yıl sonra akademi, ödüllü yarışma için "Elastik yüzeylerin titremesine ilişkin matematiksel bir kuram geliştirin ve bunun ampirik kanıtlarla uyumunu gösterin," şeklinde bir konu seçti. Bu problem, öğrencisi Poisson'a yeteneklerini gösterebileceği bir fırsat verebileceği düşüncesiyle Laplace'ın etkisiyle seçilmişti. Ne var ki Sophie Germain problemle ilgilenmeye başlamıştı ve yarışmaya girdiğinde onun katılımının yarışmaya yapılan tek katılım olduğu görüldü. Ne yazık ki kuramının önemli bir kusuru vardı. Bunun üzerine akademi konunun bir sonraki ödüllü yarışma için tekrar seçilmesine karar verdi. Germain yüz sayfalık bir inceleme raporu sundu ve yine bu çalışma yarışmaya yapılan tek katılımdı. Probleme yaklaşımının bazı kısımları ikna edici bulunmadı ama yine de bir mansiyon ödülü kazandı. Aynı konu 1815'teki yarışma için yeniden seçildi. Germain, inceleme raporunu baştan aşağı gözden geçirerek düzeltti ki bu çalışma yine yarışmanın tek katılımıydı ve sonunda çabalarının karşılığında Olağanüstü Altın Madalya

Ödülü'nü kazandı. Bu durumda bile hakemlerin çalışmaya ilişkin bazı çekinceleri ve çekememezlikleri vardı. Bu deneyimin ardından Germain'in hevesi kırıldı. Daha sonra düzenlenen ödüllü yarışmalara, konu çok büyük katkılar yapmış olduğu ünlü sav Fermat'nın son teoremi olsa dahi katılmadı. Bu çalışmasını Gauss'a gönderdi ama bir yanıt alamadı. Ancak Gauss onu unutmuş değildi. Bilimsel jübilesini yaptığı sıralarda Universität Göttingen'i Sophie Germain'e onursal doktora derecesi vermesi konusunda ikna etmeye çalışıyordu ama bunda başarılı olamadı.

Fourier, elastisite üzerine yapmış olduğu ödüllü inceleme raporunu yayımlaması için gözden geçirmesinde Sophie Germain'e yardım etti. Bu eser 1821'de yayımlanana dek Sophie Germain'in kuramının yerine başkaları tarafından yeni kuramlar ortaya konmuştu. Yarışma üçüncü kez düzenlendiğinde hakemlerden biri olan Poisson konu üzerinde kendisinden başka kimseye gönderme yapmadığı kapsamlı bir inceleme raporu hazırlamıştı. Sophie Germain bir başka raporla kendi yaklaşımını genişletmeye çalışsa da bu çalışma da çok fazla dikkat çekmeyince giderek daha tatsızlaşan bu konudan soğudu.

Bu noktada 1820'li ve 1830'lu yıllarda Paris'in entelektüel yaşamında yüz kızartıcı bir yere sahip kötü şöhretli birini tanımak üzere bir parça konu dışına çıkmamız gerekiyor. Tam adı Kont Libri-Carducci olan Libri, Università de Pisa'da profesörlük yapan, sıkıcı bir tarza sahip şık ve aristokratik bir İtalyan'dı. Legendre ve Gauss'un sayılar kuramı çalışmaları üzerinde incelemeler yapmıştı ve 1820'de bu konuya ilişkin bir inceleme raporu yayımladı. Bu çalışmanın bir kopyasını da Académie Royale des Sciences'a gönderdi. Paris'e geldiğinde Lagrange'ın memleketinden umut vaat eden genç bir matematikçi olarak sıcak bir şekilde karşılandı. Daha sonra bir sahtekâr olduğu anlaşılacaktı. Ancak bu durumun farkına varılmasından önce akademi üyeliğine seçilmiş, kendisine Collège de France'ta bir kürsü verilmişti. Libri, aynı zamanda sarayın gözüne girdi. Kral onun arzulu bir kitap koleksiyoncusu olduğunu bildiğinden onu "kütüphaneler başmüfettişliği"ne getirdi. Bu konum onun çöküşü olacaktı çünkü denetlemekle yükümlü oldu-

ğu Fransız ulusal arşivlerinden ve kütüphanelerinden konumunu kullanarak değerli kitapları çalmaktan kendini alıkoyamıyordu. Bu durum açığa çıkınca Londra'ya taşındı ve koleksiyonundan parçalar satarak geçimini sağladı. Fransa'daki tüm görevlerinden alınarak on yıllık hapis cezasına çarptırıldı.

Sophie Germain Libri'yle Paris'e ilk kez geldiği 1824'te tanışmıştı. Her ikisi de sayılar kuramına ilgi duyuyordu ama ilişkileri çok kısa sürede matematiğin ötesine geçti. Paris bilim çevrelerine tedirgin bir şekilde de olsa kenarından tutunmuş olan Germain, hevesli genç İtalyan'ın koruyucusu gibi davranmak durumundaydı. Yine de kısıtlı olarak hayata geçirilebilmesine karşın her ikisi de birbirlerinin arkadaşlığından keyif alıyordu. Libri, Sophie Germain'in ölümünün ardından yaşamına ilişkin temel bilgi kaynağımız olan anma yazısını kaleme aldı.

Yaşamının son yıllarında Sophie Germain meme kanserine yakalandı. Matematik çalışmalarını artık daha önceki enerji ve kararlılığıyla yerine getiremez hale gelince daha çok genel kültüre ilişkin konulara yöneldi. 1830 devrimi patlak verdiğinde elli dört yaşındaydı; yaşamının son yılında işlerini düzenlemeye koyuldu. 27 Haziran 1831'de yaşamını yitirdiğinde ardında bilim ve edebiyatın durumuna ilişkin hayli iddialı tamamlanmamış bir makale bıraktı. Kısa ilk bölüm bilimsel ve sanatsal çabalar arasındaki ilişkiyi konu edinirken Germain uzun ikinci bölümde insanın entelektüel gelişimi ve toplum yapısının geçmiş izlerini sürer ve en sonunda edebiyatın, nihayetinde de müziğin durumuna yönelik bir araştırmaya kayar. Yazdıklarının gelecek kuşaklara aktarılmak üzere hazırlanma sorumluluğu ablasının oğluna kalmıştır. Bir kız teknik okulu ile bir sokağa Sophie Germain'in adı verilmiştir ve yakın bir zamanda da son günlerini geçirdiği rue de Savoie'daki ev, tarihi öneme sahip yer olarak belirlenmiştir. Bilinen tüm portrelerinin kaynağının kendisine ait ölü yüz maskesi olduğu anlaşılıyor; burada kullanılan resim on dokuzuncu yüzyılda Astruc tarafından yapılan ve Ecole Sophie Germain'in bahçesinde bulunan büsttür.

Sophie Germain 1830'da Gauss'a son kez yazmıştı. Ona gönderdiği bu son mektup bir anlamda tüm mektupların içindeki en

hüzünlüsüydü. Mektup, kendisini ziyarete gelen Gauss'un bir öğrencisinden onun yüzeylerin eğriliğine ilişkin bir araştırma yayımlamakta olduğunu öğrenmesi üzerine yazılmıştı. Bu konu, farklı yöntemler kullanmış olsalar da kendisinin de sekiz-on yıl önce ilgilendiği bir konuydu. Sophie Germain, Gauss'un eğrilik üzerine çalıştığını bilmiyordu. Öğrenci ona incelemenin bir kopyasını göstermiş ve onun da Gauss'a göndereceği kendi incelemelerinin karşılığında Gauss'un çalışmasının bir kopyasını elinde tutmak istediği yönünde niyetini belirtmiş olsa da belli ki Gauss ona yanıt vermemişti. Çok daha sonra "Yüzeylerin Eğriliği Üzerine Bilimsel İnceleme" adlı çalışmasını yayımlanmak üzere Crelle'e, *Journal für die reine und angewandte Mathematik*'e (Soyut ve Uygulamalı Matematik Dergisi) gönderdi.

Kendi kaleminden çıkan elimizdeki son satırlar, ölümünden iki ay önce Libri'ye yazılmıştı:

> Sağlığım berbat durumda. Ani bir ölüm benim için büyük bir rahatlama olacak çünkü beni bir an için bile rahat bırakmayan inanılmaz acılar çekiyorum. En azından de Lacroix'nın eserinin üçüncü cildini okuyayım dedim ama beceremedim. Sessizce bekliyorum. Ne Mösyö Legendre'ı ne de diğer dostlarımı görüyorum. Gördüklerim yalnızca senin için her zaman endişelenen Aziz Amant ve kız kardeşim. Bana durumumun ümitsiz olmadığını söylediler ama uzun dönem acı çekeceğim konusunda beni uyardılar. Mösyö Crelle'den senin ve benim birer incelememizin yer aldığı sayı geldi. Seni soruyor. Ona Cenevre'den ayrıldığını söyledim. Benim adıma da iyi dileklerinden yararlanmamın mümkün olmadığını ve bunun da çok uzun sürmeyeceğini belirttim. Belli ki tüm matematikçilerin başının üzerinde asılı duran bir yazgı var –Cauchy'nin çalışmasıyla mutsuz uğraşın, Mösyö Fourier'nin ölümü. Son olarak şu öğrenci, tüm küstahlığına karşın büyük bir istidat gösteren Galois, Ecole Normale'den atılmayı başarmış. Hiç bahtı yokmuş, annesinin de pek az. Akademideki en iyi konuşmandan sonra sana bir örneğini verdiği rencide edici hareketlerini sergilemeye devam ediyor. Zavallı kadın, oğluna vasat bir yaşam sürecek kadarını bıraktıktan sonra evini terk etmiş ve *dame de compagne* (eskort kız) olmaya zorlanmış. Galois'nın delirdiğiyle ilgili söylentiler dolaşıyor ve ben de böyle olduğunu düşünüyorum.

Galois hakkında ileride daha fazla şey öğreneceğiz. Bizzat Sophie Germain'le ilgili elimizdeki kısıtlı bilgi için Libri'nin kaleme aldığı anma yazısına kulak vermemiz gerekiyor:

> Matmazel Germain kendini yalnızca matematiğe adamamıştı; bunun dışında biri bile bir kadının tanınmasını sağlayacak farklı bilgi alanlarına hâkim olmuştu. Doğa bilimlerinde hayli yetkindi. Ayrıca kendi başına Latinceyi öğrenmişti. Üstelik kendisi için de değil; çünkü ona göre diller yalnızca çalışmayı sağlayan bir araçtı, farklı pek çok çalışmayı özellikle de Newton ve Euler'in çalışmalarını anlayabilmesi için gerekliydi. Buna ek olarak, gerçek felsefi ruhun kaynağı olduğunu düşündüğü metafiziğe olan yoğun ilgisi nedeniyle makalelerinde ince felsefi yansımalara rastlanabilirdi. Üstün zekâların edebi ürünleri olarak gördüğü farklı felsefi sistemler üzerine çok az düşünürdü.
>
> İnsanlarla iletişimi eşsiz bir nitelikteydi. Konuşmasının vurucu özellikleri bir durumdaki temel düşünceye yorulmaksızın ulaşması ve tüm ara kademeleri atlayarak sonuçlara ulaşabilmesi; kibar ve hafif biçimiyle her zaman kesin ve hatasız bir düşüncenin üstünü örten mizah anlayışı; aynı yasalara tabi olduğunu düşündüğü fiziksel düzen ile ahlaki düzen arasındaki benzerlikleri bağdaştıran ve çalışmalarının çeşitliliğinden kaynaklanan bir yetenek olmasıydı. Bir de buna her zaman kendinden önce başkalarını düşünmesine neden olan tükenmez bir iyilikseverlik eklendiğinde insan onun cazibesinin ne olduğunu sezebilecektir.
>
> Tüm yaptığı işlerde kendini unutmanın ne demek olduğunu göstermişti. Kendini tamamen yadsıyarak sonuca ulaştığı ve başarının getireceği avantajları hiç düşünmediği bilimde bu durum özellikle aşikârdı. Kendi düşüncelerini benimseyen diğer insanlar için bu düşüncelerin ara sıra da olsa verimli olmasından mutluluk duyardı. Tekrar tekrar bir düşünceye ilk kimin ulaştığının önemli olmadığını aksine bu düşüncenin ne kadar ileri taşınabileceğinin önemli olduğunu söylerdi. Kendi düşüncelerinin, onun tanınması –bunu küçümser ve alaycı bir biçimde başkalarının zihinlerinde bizim bulunduğumuz küçük alan olan burjuvazinin bir zaferi olarak adlandırırdı– açısından hiçbir şey getirmediği halde bilimde meyvelerini vermiş olduğunu memnuniyetle belirtirdi.
>
> Matematiksel bir doğru olarak saydığını söylediği erdemin her alanda damgasını vurduğu eylemlerinde de bu soylu karakteri sergilerdi. Bir insanın

bir tür düzenin düşüncelerinden, diğer düzenlerin düşüncelerini sevmeden hoşlanabileceğinin mümkün olabileceğine inanmadığından onun akıl yürütmesine göre adalet ve erdem düşünceleri, kalp bundan hoşnut olmasa bile aklın benimsemesi gereken düzen düşünceleriydi. Matematik çalışmalarının en ileri noktasına kadar peşinden giden böylesine üstün bir kadın bildiğimiz kadarıyla gerçek bir ilerleme kaydetmiş tek kişidir.

Carl Friedrich Gauss (1777-1855)

Art arda gelen yedi büyük Fransız matematikçiden sonra şimdi Almanya'ya geçiyoruz. Fransa gibi güçlü bir devlet olmaktan çok hâlâ bağımsız devletler topluluğu görünümündeki bir ülkede Leibniz'in yüksek dehası, hemen etkisini göstermedi. Bununla birlikte ölümünden elli yıl sonra, Braunschweig'da Euler gibi "matematikçilerin prensi" olarak bilinecek bir çocuk dünyaya geldi. Alman matematik geleneği temellerini büyük ölçüde Carl Friedrich Gauss'tan alır. Onun muhteşem beyin gücünden ve geniş ilgi alanlarından kuşku duyulması mümkün değil ama Sophie Germain'le yaptığı yazışmalarda da gördüğümüz gibi Gauss, yalnız çalışmayı tercih ediyor, diğer matematikçilerin uğraştıkları alanlara girme konusunda hayli ihtiyatlı davranıyordu.

Tam adıyla Johann Carl Friedrich Gauss 30 Nisan 1777'de doğdu. İki kez evlenmiş olan babası Gerhard Dietrich Gauss Braunschweig şehrinde vasıfsız işlerde çalışıyordu. Kendisinin ve atalarının küçük çiftçi olduğu kırsal bölgeden şehre taşınmış ama çok geçmeden ortaçağdan kalan loncaların kendisi gibi yeni gelenlere şehirdeki işleri kaptırmadığını görmüştü. Bu engelleri aşmak için ilk adım olarak aile şehirde bir ev satın alarak tam vatandaşlık hakkı elde etti. Carl Friedrich, babasının 5 Eylül 1775'te zeki ama fazla bir eğitim görmemiş Dorothea Benze'yle yaptığı ikinci evliliğinden olan, bilinen tek çocuğuydu. Gauss, daha sonra zekâsını babasına değil de annesine dayandıracaktır. Annesi yine aynı bölgede yaşayan, duvar ustalığıyla geçinen bir ailedendi. Anne ve babası pek eğitimli insanlar değillerdi; sonraki yıllarda Gauss, 1808'e dek yaşamış olan babasını dürüst ve çalışkan ama mütehakkim, kaba ve dar görüşlü biri olarak tanımlayacaktı. Annesine daha fazla sevgi ve saygı duyuyordu.

Olağanüstü bir hafızaya sahip olduğu belli olan Gauss küçük yaşlarından itibaren sayma ve aritmetikle ilgili konularda sıra dışı bir hüner göstermişti; okumaya başlamadan hesap yapabildiği söylenir. Yedi yaşında okula başladı. Öğretmenleri onun yeteneklerini fark edince eğitimiyle özel olarak ilgilendiler. Gauss'un eğitimine, ders programının eski olmasına karşın düzen içindeki sınıfları haddinden fazla kalabalık olmayan yerel *gymnasium*'da devam etmesi konusunda babasını ikna ettiler. Gauss bu okulda o zamanlar bir bilimci için kaçınılmaz olan Latincenin yanı sıra resmi dil olan Yüksek Almancayı öğrendi. Filolojik çalışmalar çok ilgisini çekiyordu ama esas ilgisini çeken şey matematikti. On dört yaşında bölgenin yöneticisi Braunschweig-Wolfenbüttel düküne tanıtıldı. Gauss'un yeteneklerinden etkilenen dük onu küçük bir bursla ödüllendirdi. Seçkin bir yerel akademi olan Braunschweig Collegium Carolinum'un bir üyesinden daha da fazla bir teşvik ve yardım geldi.

On beş yaşına geldiğinde Gauss, türünün en iyilerinden biri olan bu ilerici, fene dayalı kurumun öğrencisi oldu. Bilim klasiklerinden yalnızca birkaç tanesini bulundurmasına karşın okulun genel olarak iyi bir kütüphanesi vardı. Gauss'un üzerinde çalıştı-

ğı klasiklerden biri de Newton'un *Principia*'sıydı. Çok geçmeden kendi düşüncelerini oluşturmaya başlasa da daha sonra keşfettiklerinin zaten genelde bilinen şeyler olduğunu fark etti. On sekiz yaşına geldiğinde üniversiteye gitmek için can atıyordu. Filoloji yerine matematik alanında uzmanlaşmaya tam bu noktada karar verdi. Braunschweig devletinin üniversitesi Helmstedt'in iyi bir matematik kütüphanesi olmasına karşın bu üniversite, özel olarak bilime dayalı bir kurum değildi. Bu nedenle Carl Friedrich, daha iyi bir bilimsel eğitim için Universität Göttingen'in bulunduğu 100 km güneydeki Hannover'e gitti. Georg-August Universität olarak bilinen buradaki üniversite, aynı zamanda Hannover'in seçici prensi* olan Büyük Britanya Kralı II. George tarafından Oxford ve Cambridge üniversiteleri örnek alınarak 1727'de kurulmuştu. Yeni kurum tüm Almanya'dan ve Avrupa'nın diğer bölgelerinden öğrencileri kendine çekti. Zengin gelir kaynaklarına ve daha geniş bir özerkliğe sahip olsa da üniversite yine de pek çok yönden o dönemdeki klasik Alman üniversitelerinden farklı değildi.

Gauss üç yıl sonra Braunschweig'a dönmek üzere üniversiteden ayrılana dek beklendiği gibi genellikle kendi başına çalıştı. O ana dek neredeyse tüm önemli matematik makalelerinin temel düşüncelerini oluşturmuştu bile. Çalışmaları matematikle sınırlı değildi; filolojiye ilgisini neredeyse eşit düzeyde sürdürüyordu. İster Almanca isterse Latince yazsın yazdıkları her zaman çok iyiydi. O dönem bilimsel yayınların yapıldığı İngilizce dahil tüm dillerin çoğunda okuma yapabiliyordu. Yaşamının sonuna doğru buna Rusçayı da ekledi; Göttingen'e gelen Rus konuklara göre Rusçayı akıcı bir şekilde konuşabiliyordu.

Gauss'un Göttingen'den neden ayrıldığı bilinmemekle birlikte Braunschweig'da geçirdiği sonraki yedi yılı hayli üretkendi. Onu desteklemeye devam eden dükün isteğiyle Universität Helmstedt'e *in absentia* (gıyabında) kabul edilen bir doktora tezi teslim etti. Kendine bir ev kurdu, yeni arkadaşlar edindi ve çok az seyahat etti. Göttingen'de yalnızca cetvel ve pergel kullanarak oluşturdu-

---

* Kutsal Roma-Germen imparatorlarını seçme yetkisi olan belli sayıdaki Alman hükümdarlarının sanı. (ç.n.)

ğu düzgün on yedi yüzlü çokgen sayesinde mesleki olarak çoktan dikkatleri çekmişti; bunu her zaman en büyük başarılarından biri olarak gördü. Ancak erken dönemdeki bu başarısı çok geçmeden ilk büyük yayını, anıtsal *Disquisitiones Arithmeticae* adlı eserin gölgesinde kaldı. Bu eser Sophie Germain ve azıcık da olsa eseri anlayabilenleri derinden etkilemişti. Bu, daha önceden ayrı ayrı elde edilmiş sonuçların bir araya getirilmesinden biraz daha fazla anlamı olan, sayılar kuramını düzenlemeye yönelik ilk denemeydi. Genellikle başyapıtı olarak değerlendirilen bu eser Gauss'un adının duyulmasını sağladı. Ne yazık ki eser piyasaya çıktıktan kısa bir süre sonra yayımcısı iflas ettiğinden bir süreliğine çalışmaya kimse ulaşamadı.

Aynı zamanda Gauss astronomiyle ilgilenmeye başladı. Ceres asteroitinin yörüngesini son derece kısıtlı gözlem verisini kullanarak hesaplamaktaki başarısı bir sansasyon yarattı. İlk başta yöntemini açıklamayarak heyecanı daha da yükseltti. Bu güç gösterisi Gauss'a Sen Petersburg Gözlemevi yöneticiliğinin de dahil olduğu pek çok onuru beraberinde getirdi. Gauss'un hizmetinde olmasından büyük bir onur duyan dük, Braunschweig'da kalması yönünde teşvik etmek için maaşını artırdı ve onun için bir gözlemevi kuracağına söz verdi. Gauss, özgürlük döneminin tüm bu altın yılları boyunca mali olarak kendisine destek olan dükü her zaman iyi bir aydın yönetici örneği olarak kabul etmişti.

9 Ekim 1805'te Gauss iki karısından ilki ve çocukluğundan beri tanıdığı anlaşılan Johanna Osthoff'la evlendi. Gauss bir mektubunda karısını şöyle anlatır: "Bir hanımefendinin güzel yüzüne, şefkatli ve hülyalı gözlere ve kusursuz bir vücuda sahip. O, bir huzur ve sağlık aynası. Bunlar bir yana parlak bir zekâsı ve eğitimli bir dili var; tüm bunlardan daha iyi olanıysa hiçbir canlıya zarar veremeyecek bir meleğin sakin, dingin, mütevazı ve saf ruhuna sahip olması." Johanna kaldıkları yerden memnun değildi: "Pejmürde, pis odalar, dumanlı ve cereyanlı bir mutfak, antika ve ağırkanlı ev sahipleri."

Daha önce gördüğümüz gibi Gauss'un Braunschweig günlerinde yazıştığı kişilerden biri Mösyö Leblanc takma adıyla Sophie

Germain'di. Burada Gauss'un çevresindeki kişilere onun hakkında yapmış olduğu yorumlardan birkaçını daha ekleyebiliriz. Gauss bu kişilerden birine şöyle yazmıştı: "Kısa bir süre önce büyük bir şevkle yüksek aritmetikle ilişkiye geçen ve benim *D. A.*'ma derinlemesine girmiş olduğunun kanıtlarını sunan Leblanc adında genç bir Parisli matematikçiden bir mektup alma mutluluğuna eriştim." Sophie Germain gerçek kimliğini açıkladıktan sonraki başka bir mektubunda ise "Bir süre önce mektuplarından birine yanıt verdim ve onunla biraz aritmetik paylaştım. Bu, beni yeni bir araştırma yapmaya yöneltti; yalnızca iki gün sonra da çok hoş bir keşifte bulundum," diye yazmıştı. Buna benzer başka mektuplar da mevcuttu.

Braunschweig dükü yalnızca aydın bir sanat ve bilim koruyucusu değil aynı zamanda parlak bir askerdi. Austerlitz savaşının ertesinde Fransız ordusunu durdurmaya yönelik umutsuz çabanın içinde Prusya kuvvetlerinin emrine girdiği sırada çıkan bir çatışmada ölümcül bir yara aldı. Dükün öldüğü Altona'ya gidişi sırasında Braunschweig'dan geçişinde onu ölüm döşeğinde görmek Gauss'u derinden etkilemişti.

Saygıdeğer koruyucusunun kaybı nedeniyle Gauss'un artık düzenli bir işe gereksinimi vardı. Ertesi yıl Göttingen'e dönme fırsatı karşısına çıkınca da Gauss bunu değerlendirdi. Gauss yapımı planlanan yeni bir gözlemevinin yöneticiliğine getirildi. Hannover, o dönemde Fransızların kontrolünde olsa da Fransızlar iyi bir yönetim gösteremiyordu. Eski rejim 1814'te yeniden kurulduğunda yönetim yeniden verimli bir hale getirildi. Gauss, zamanının büyük bir kısmını sorumluluklarına ayırdığının bilincinde olsa da Georg-August'a geri dönmek yeni bir düşünce patlamasına yol açmıştı. Örneğin, Eukleides dışı geometrilerin var olabileceğini yavaş yavaş keşfetmeye başlamış ama bu konuya ilişkin hiçbir yayın yapmamıştı. Klein, Gauss'un *Heldenzeit*'ının (görkemli dönem) Braunschweig'da geçen 1798-1807 arasındaki yıllar olduğu düşüncesinde olsa da 1795-98 arasındaki ilk Göttingen dönemi de ikinci Göttingen döneminden farklı bir biçimde olmakla birlikte yine de verimliydi.

Evlenmelerinin hemen sonrasında Gauss'un karısı Johanna, bazı yönlerden babasına benzeyen Joseph adında bir erkek ile bunun sonrasında çarpıcı bir biçimde annesine benzeyen Minna adında bir kız çocuğu dünyaya getirdi. Johanna yalnızca birkaç ay hayatta kalabilen bir oğlan doğurduktan sonra 11 Ekim 1809'da acı bir şekilde yaşamını yitirdi. Dört yıllık evliliği Gauss'u "inanılmaz derecede mutlu" etmişti ve eşinin ölümüyle büyük bir hüzne kapıldı. Gauss, gözyaşlarıyla ıslanmış yürek parçalayıcı sayfalar dolusu ağıtlar yazmıştı.

Yine de küçük çocuklarını uzun süre annesiz bırakamayacağını düşünerek bir yıl içinde yeniden evlendi. İkinci karısı, *Geheimrat* (Danışma Kurulu üyesi) titrine sahip Georg-August'taki bir hukuk profesörünün Friderica Wilhelmine (Minna) Waldeck adındaki kızıydı. Gauss'un geldiği sosyal çevreden hayli farklı bir sosyal geçmişe sahipti. Yeni karısını hayli mütevazı anne ve babasına tanıştırmasının yakışıksız olduğunu hissetti. Yeni karısından da birbirinin peşi sıra çocukları oldu; 1811 ve 1813'te Eugene ve Wilhelm adlarında erkek çocuklar, 1816'da da Therese adındaki kız çocuğu dünyaya geldi. Therese'nin doğumunun ardından aile, yeni gözlemevindeki konutlarına yerleşti.

Fransız devleti, Gauss'un da bir meblağ ödemesi gereken savaş vergisini yürürlüğe koymakta işi hiç de ağırdan almamıştı. Yeni göreve getirilmiş bir profesör olarak Gauss bu miktarı ancak büyük sıkıntı çekerek ödeyebilirdi. Birkaç iyi niyetli dostun bu parayı onun adına ödeme talebi Gauss'un giderek büyüyen şöhretinin de bir göstergesiydi. Bu arada yeni gözlemevinin inşaatı ve donatımının sağlanması siyasi karışıklıklar yüzünden gecikmiş olsa da yavaş ama tatminkâr bir hızla ilerliyordu. Gauss eğitim alanındaki sorumluluklarına ilişkin 1810'da şöyle yazmıştı: "Bu kış biri orta derecede istekli, bir diğeri vasatı bile bulmayan isteğe sahip, üçüncüsü ise ne istekli ne de yetenekli olan toplam üç öğrenciye iki ders veriyorum. Matematikçi olmanın külfeti de işte bu."

Gauss, Göttingen'de geçirdiği ilk yıllarda Rusya'daki Universität Dorpat ile Universität Berlin'den teklifler aldı. İlkinden aldığı teklifi geri çevirirken Universität Berlin'den yapılan teklifle ilgili gö-

rüşmeler on beş yıl boyunca sürdü. Gauss için beraber çalışacağı seçkin bilimcilerin bulunduğu Berlin çekici bir yerdi. Karısı Minna dört gözle Berlin'e taşınmalarını bekliyordu. 1824-25'te görüşmeler zirve noktasına ulaşmıştı. Prusya bürokrasisi işleri bu kadar yavaştan almasaydı Gauss'un Berlin teklifini kabul edeceğine dair güçlü kanıtlar var. Hannover'de önemli sorular Londra'ya sorulmak zorunda olsa da kararlar çabuk ve kesin bir şekilde alınıyordu. Berlin'in önerdiği teşvikler Georg-August tarafından da benzer şekilde karşılanınca Gauss olduğu yerde kalmaya karar verdi.

Gauss'un esas işinin Sternwarte Göttingen yöneticiliği olduğunu ve aynı zamanda zamanının ve enerjisinin çoğunu ayırdığı Hannover devletinin arazi ölçümlemesi işindeki yorucu projelere de dahil olduğunu hatırdan çıkarmamak gerekir. Gauss, 1821 boyunca neredeyse altı ayını arazide geçirirken sonraki dört yıl boyunca da benzer sürelerle arazide çalıştı. Şartlar genellikle kötü, kimi zaman da berbattı. Gauss, aşırı hassas olduğu sıcaklık nedeniyle bunalıyordu. Bunlar yalnızca para kazanmak için üstlendiği görevler değildi; astronomi ve jeodezi yaşamı boyunca sahip olduğu ilgi alanlarıydı.

Gauss'un ikinci evliliği mutsuz bir evlilik olmasa da ilkiyle kıyas kabul etmeyen bir evlilikti. 1811 ile 1816 arasındaki üç doğumdan sonra Minna sürekli olarak hastalıklı bir hal aldı. Giderek daha fazla yatağa bağlı kalarak en sonunda 1831'de muhtemelen verem hastalığına yenik düştü. Ne yazık ki üç oğlu da Gauss'a hayal kırıklığı yaşatmıştı. İlk evliliğinden olan en büyük oğlu Joseph bir süre için babasının yardımcılığını yaptı, daha sonra başarısız sayılabilecek askeri meslek yaşantısına atıldı ve en nihayetinde demiryolu mühendisi oldu. İkinci evlilikten olan oğulları Eugene ve Wilhelm, özellikle babasının bazı yeteneklerini miras almış olan Eugene'in daha da acı bir şekilde yaşadığı babalarıyla aralarındaki uzun anlaşmazlıkların sonucunda Kuzey Amerika'ya göç ettiler. Kız kardeşleri Therese babasıyla yaşamaya devam ederek babasının 1855'teki ölümüne dek evi çekip çevirdi. Gauss'un babası 1808'de ölmüştü; dokuz yıl sonra da neredeyse tamamen kör olan yaşlı annesi artık *Geheimrat* olmuş olan ünlü oğlunun yanında yaşamının son günlerini geçirmişti.

İkinci karısının ölümünden sonra Gauss giderek daha fazla içine kapandı. Daha sonraki yıllarda kendini gösteren melankolik kişiliğin temelleri bu dönemde atılmıştı. İnsanlar onu görmeye geldiğinde sürekli olarak gençlik günlerinden söz ederdi. Ona matematikteki yeni gelişmelerden söz açtıklarında ise bunları çok uzun zamandır bildiğini söyleyerek konuşmayı kısa kesmelerini isterdi. Ölümünün ardından defterleri incelendiğinde bu sözünün altında gerçekten bir doğruluk payı olduğu görüldüyse de Gauss ayrıntılar konusunda her zaman güvenilir değildi. Gauss, Ernst Kummer'in ideallerin keşfi olan tek bir biçimde çarpanlarına ayırmayı yeniden kurmasına ilgisiz kaldı ve Niels Abel beşinci dereceden genel denklemlerin kökler kullanılarak çözülmesinin imkânsız olduğuna ilişkin kanıtını gönderdiğinde başkalarına Abel'in çalışmasını övse de bu mektuba yanıt vermedi.

Yine de yaşamının arta kalan yılları tamamıyla melankolik değildi. 1831'de Wilhelm Weber fizik profesörü olarak Georg-August kadrosuna katıldı. Üç yıl önceki ilk karşılaşmalarında Gauss, Weber'den hayli etkilenmişti. Gauss'la oğluymuşçasına yakınlaşan Weber ona yeni araştırma alanlarını göstererek bilimsel açıdan kısır geçebilecek bir dönemi ödüllü keşiflerin yapıldığı bir döneme çevirdi. Birlikte "ferrik olmayan" bir laboratuvarda manyetizma üzerine çalıştılar. Gauss burada elektrikli telgraf düşüncesine hem kuramsal hem de uygulamalı olarak katkıda bulundu. Ne yazık ki 1837-38'deki siyasi kriz Weber'in de aralarında olduğu yedi Göttingen profesörünün işlerini kaybetmesine neden olmuştu. Bu darbeyi Gauss'un en küçük oğlu Wilhelm'in Amerika'ya göç etmesi takip etti. Daha sonra Gauss'un doksan yedi yaşındaki annesiyle birlikte ilk evliliğinden olan kızı öldü. Her şeyiyle son derece mutsuz bir dönemdi.

Resmi öğretimden hoşlanmamasına ve genel olarak soğuk biri olarak bilinmesine karşın Gauss kendi küçük dünyasında hayli farklıydı, genç insanlarla dost olabilme gibi eşsiz bir yeteneğe sahipti. Kendi çevresindeki matematikçiler arasında zamansız ölümünden derinden etkilendiği yetenekli öğrencisi Eisenstein, Richard Dedekind, Johann Benedikt Listing, August Ferdinand

Möbius, Bernhard Riemann ve Karl von Staudt vardı. Kendi sosyal çevresinde de matematikçi olmayan ve ona çat kapı uğrayabilen başka genç insanlar bulunurdu. Yaşamının sonuna doğru Weber'le birlikte yaptıkları çalışma dışında hep yalnız başına çalışmış gibi görünmesine karşın düşüncelerini genç kuşağın temsilcileriyle paylaşmaya da hazır görünürdü.

Meslek yaşantısı boyunca Gauss, çoğunlukla matematiksel astronominin temel yönlerine ilişkin dersler verirken kendi araştırma konusuyla ilgili çok az ders verdi. 5. Bölüm'de göreceğimiz gibi Dedekind onun derslerini dinlemiş olanlardan biriydi. Burada onun anlattıkları yerine aynı yoldan yürüyen bir başka öğrenciden alıntı yapmak istiyorum:

> Kış dönemi için Stern, Weber, Listing ve Gauss'tan ders almak niyetindeydim. Diğerlerinin aksine Gauss'un ders vermediğini duydum. 1850'nin yazında da durum aynıydı, Gauss ders vermiyordu. 1850-51 kışında Gauss en küçük kareler yöntemine ilişkin daha önceden duyurulmuş bir dersi verince ben de bu derse katıldım. Bazen dersin yapıldığı sınıf gözlerimin önüne gelir. Biz dinleyiciler kitaplarla kaplı çıplak bir masanın etrafında otururduk. Gauss masanın kısa kenarlarından birinde bir koltukta oturur, hemen yanı başında bir şövalenin üzerinde bulunan ve tebeşirle üzerinde hesaplar yaptığı hemen hemen çıplak bir karatahta dururdu. Gauss siyah kadifeden evlik başlığını giyer, ayağa kalktığında sol eli pantolonunun cebine sokulu olurdu. Masada her bir dinleyiciye düşen kısıtlı alan nedeniyle mürekkep masadan kaldırılmıştı ve Gauss kurşunkalemle dahi not alınmasından hoşlanmıyordu. Bir keresinde not almak istediğimizde şöyle demişti: "Burada yazı yazmayı bırakın ve beni daha dikkatli dinleyin."

Yaşamının sonuna doğru Gauss'un ilk zamanlardaki matematiksel üretkenliği azaldı. Gauss bunun yerine deneysel çalışmalar yapmaya başladı. Zamanla bu da sona erince Gauss pratik yetenek ve bilgilerini üniversite personelinin emeklilik paralarının analizi için kullanarak tatmin edici sonuçlar elde etti. Özellikle Göttingen profesörlerinin dul eşlerine erzak dağıtılması işi dikkat çekiciydi. Aynı zamanda kendi adına da başarılı bir yatırımcıydı. Oğullarının ondan para istediği durumlar dışında hiç mali sıkıntısı olma-

dı. Temel İngiliz yazarlarının çoğunun ve yetmiş beş ciltlik Rusça eserin de dahil olduğu büyük kütüphanesiyle doymak bilmez bir okurdu. Tarihi eserlerden hoşlanıyor, mutlu sonu olan romanları tercih ediyordu. Gauss'un mizah duygusunu gösteren pek çok olay anlatılmaktadır.

Eski bir arkadaşı şöyle yazmıştı: "Gençliğinde olduğu gibi yaşlılığı boyunca öldüğü güne dek sade ve mütevazı Gauss olarak kaldı. Küçük bir çalışma odası, yeşil örtülü küçük bir masa, beyaza boyanmış bir kürsü, dar bir kanepe ve yetmiş yaşından sonra bir koltuk, abajurlu bir lamba, ısıtılmamış bir yatak odası, basit yemekler, bir sabahlık ve kadife bir başlık. İhtiyacı olan şeyler yalnızca bunlardı." İngiliz günlük yazarı Thomas Hirst yaşamının sonuna doğru Gauss'a uğradıktan sonra şunları kaydetmişti: "Kişisel olarak mutlu erkeksi bir ifadesi olan saygıdeğer yaşlı bir adam. Onda gücün sıra dışı bir yönü var ve söylediği her şeyde özel bir çaba sarf etmeden insani kudretin varlığını hissettiriyor. Yaklaşık seksen yaşında (aslında yetmiş beş) ama onda tek bir emeklilik izine bile rastlamak mümkün değil. Hatta gözlüksüz okuyabiliyor... İlk sözcükler ağzından dökülür dökülmez kendimi tamamıyla çok rahat hissettim."

Bu yaşam öyküsünde kullanılan portre 1828'de elli yaşındayken yapılmıştır ama Gauss bu portrede olduğundan çok daha genç görünüyordu. Boyu 1 metre 50 santimetrenin biraz üzerinde olsa da güçlü ve kaslı bir vücut yapısı vardı. Parlak ve delici mavi gözlere, tipik bir altsınıf Almanın yüz hatlarına sahipti. Her zaman sağlığından endişe duymuş olsa da astım ve kalple ilgili sorunlar yaşamaya başlaması 1825'ten sonraya rastlar. Bunun dışında yaşadığı sağlık sorunları yalnızca sıcaklığa karşı olan aşırı hassasiyeti ve 1838'deki geçici sağırlık dönemiydi. Kararlarını sakin ve ağırbaşlı verirdi. Kendine hâkim olmasını çok iyi biliyordu.

Gauss çok sayıda akademik ve diğer alanlarda ödüller almıştı. Son yıllarında kendisine hep Geheimrat Gauss diye hitap ediliyordu. Başta Ceres ve Pallas asteroitlerinin yörüngelerinin hesaplanmasındaki başarısından dolayı 1804'te Royal Society of London'ın yabancı üyeliğine seçildi, 1838'de derneğin Copley Madalyası'yla ödüllendirildi. 1854'te Georg-August, Alman üniversitelerinde bir

gelenek olduğu üzere doktora tezini verişinin ellinci yıldönümünde Gauss'un bilimsel jübilesini kutladı. O sırada orada bulunanlardan biri olan Dirichlet, Gauss'un *Disquisitiones arithmeticae*'nin orijinal elyazmasından bir parçayla piposunu yakmaya çalıştığını fark etti. Kutsal bir metne karşı yapılan bu saygısızlık karşısında dehşete düşen Dirichlet metni kurtararak daha sonra titiz bir biçimde sakladı. Aynı yıl Gauss çok ender olarak gerçekleştirdiği gezilerinden birini inşa halindeki Cassel demiryolu hattına yaptı. İçinde yolculuk yaptığı arabanın atları lokomotiften ürkünce Gauss arabadan düştü. Yaralanmamasına karşın Gauss bu olaydan hayli etkilendi. Yaşamının farklı aşamalarında Geheimrat'la ilgili, bazılarına Euler'in de dahil olduğu öyküler anlatılmıştır.

Gauss kötüye giden akli ve fiziksel sağlığından şikâyet ediyor olsa da kalp büyümesi nedeniyle bazı dolaşım sıkıntıları yaşayana dek sağlığı yaşına göre hayli iyi durumdaydı. Ölümünden önceki yıl, Riemann'ın geometrinin temellerinde yatan kuramları anlattığı konuşmasıyla ortaya çıkmasıyla aydınlandı. Bu sırada yaşananlar ilerideki bölümlerde Riemann'ın yaşam öyküsü sırasında anlatılacak. O anda orada bulunanlardan biri olan Weber, konuşma sonrasında eve beraber yürürlerken Gauss'un ne kadar heyecanlanmış olduğunu aktarmıştır. O sıralar hasta bir adam olan Gauss, matematiksel düşünceleri kendininkilere çok yakın olan Riemann'dan büyük bir övgüyle söz eder. Kısa bir süre sonra evden dışarı çıkamaz hale gelen ve zorlukla yürüyebilen, Alman matematikçilerin en büyüğü Gauss 23 Şubat 1855'te yetmiş yedi yaşındayken uykusunda yaşamını yitirdi.

Gauss inanılmaz zenginlikte bir bilimsel yaşantı sürdürmüştü. Matematik alanında ilk olarak sayılar kuramıyla başlayan yolculuğu daha sonra cebir, analiz, geometri, mekanik, gökcisimleri mekaniği, olasılık, hatalar kuramı ve aktüeryal bilimlerle devam etti. Soyut ve uygulamalı bilimlerde ise gözleme dayalı astronomi, arazi ölçümü, jeodezi, kılcallık, jeomanyetizma, elektromanyetizma, optik ve bilimsel aletlerin tasarlanması ilgi alanlarını oluşturuyordu. Matematikteki çalışmalarının esas etkileyici yanı derinlere işlemesindeydi; bilim alanında ise virtüözlüğünde. Newton matematikçi-

den çok bir fizikçi olarak kabul edilirken Gauss için bu durum tam tersiydi. Newton gibi Gauss da ihtilaflardan hoşlanmazdı ve yine Newton gibi buluşlarını yayımlamak konusunda isteksiz davranırdı. Kırk yaşındayken Gauss bu tavrını, en azından sayılar kuramı özelinde şöyle açıklamıştı:

> En güzel teoremlerin pek çoğuna tümevarımla çok kolay bir biçimde ulaşılması yüksek aritmetiğin tipik bir özelliğidir ancak kesinlikle kolay ulaşılamayacak yerlerde bulunan kanıtlara ulaşmak genellikle derin analiz ve şanslı kombinasyonların yardımıyla yapılan çok sayıda nafile araştırmanın sonucunda mümkündür. Bu çok önemli olgu matematiğin bu dalının farklı öğretilerinin birleşiminden ortaya çıkar ve buradan varılan nokta da genellikle kanıtları yıllarca boşu boşuna aranan teoremlerin, sonradan çok değişik yollarla kanıtlanması olur. Tümevarım yoluyla yeni bir sonuç elde edilir edilmez insan ilk koşul olarak olası herhangi bir yöntemle bir kanıt bulmayı düşünmelidir. Ancak böylesi bir talihten sonra yüksek aritmetikte araştırmanın sona erdiği düşünülmemeli ya da başka kanıtların aranması gereksiz bir lüks olarak görülmemelidir. Kimi zaman insan en güzel ve en basit kanıta ilk başta ulaşamaz ve sonrası araştırmanın en çekici noktası olan ve genellikle yeni doğruların keşfedilmesine yol açan yüksek aritmetikteki gerçeklerin mükemmel birleşiminin içyüzünün kavranmasından ibarettir. Bu nedenlerle bilinen doğrulara yeni kanıtlar bulmak en az keşfin kendisi kadar önemlidir.

Gauss mükemmeliyetçi biriydi ve tüm çalışmalarını yayımlamadığından başkalarının, yayımlamamış olduğu sonuçlarına kendisinden bağımsız olarak yeniden ulaşmış olduklarına giderek daha fazla rastlıyordu. İki kişi aynı buluşu yaptığında olağan uygulama önceliğin yayın tarihine göre belirlenmesiydi. Bununla birlikte Gauss yalnızca bir iki kişiye bahsetmiş olduğu sonuçlarda bile hak iddia ediyordu. Kimi zaman hiç kimseye söylemediği ve yalnızca defterine not ettiği durumlarda dahi bu şekilde davranıyordu.

Gauss'un öncelik konusundaki tavrı özellikle Legendre'ı rahatsız ediyordu. Örneğin, Legendre kuadratik karşılıklılık yasasına ilişkin savını ortaya atmış ve bunu kısmi olarak ispatlamıştı ama Gauss bununla ilgili eksiksiz kanıtı sunduğunda Legendre'ın başarısından neredeyse hiç söz etmemişti. Daha sonra Legendre en

küçük kareler yöntemini ilk kez olarak sunduğunda Gauss bu yöntemden on yıldır haberdar olduğunu yazdı. Bu, gerçekten doğru olsa da önemli olan Gauss'un o zaman için bunu yayımlamamış olduğuydu.

Gauss'un toplu eserlerinde pek çoğu Latince yazılmış üç yüzü aşkın makale yer almaktadır. Yayımlanmamış defterleri üzerine tarihçiler uzun süredir çalışmalarına devam ediyor olsa da yorumlamaya ilişkin çok sayıda sorun varlığını sürdürmektedir. Ciltler dolusu mesleki ve kişisel yazışmaları da titiz bir biçimde incelenmeye devam ediyor. Bu yazışmalar dünya işlerinde genellikle sağlam bir yargıya sahip, çok geniş ilgi alanları olan bir adamı ortaya çıkarmaktadır. Yine de Gauss'un epeyce muhafazakâr görüşleri on sekizinci yüzyılda oluşmuştur. İç savaş ve diğer siyasi şiddet olayları onu "tarif edilemez bir korkuya" sevk etmişti. Çalışkanlığıyla bir aziz mertebesine yükseltilen Gauss'un yaşam öyküsü onun yaşamında ve çalışmalarında bazı yönlerin abartılmasına neden olsa da onun kendi sözleri unutulmamalıdır: "Matematiksel doğrular üzerine benim kadar derin ve sürekli bir biçimde düşünen herhangi biri de benim keşiflerimi yapardı." Gauss'un çok sayıda özel durumda sonucun doğrulanmasını temel alarak bir sonucun "keşfi" olarak nitelediği şeye bugün biz genellikle "sav" diyoruz.

Gauss'un çalışmaları ile onun öncüllerinin özellikle de Euler'in çalışmalarının karşılaştırılması açısından yaşam öyküsünü 5. Bölüm'de göreceğimiz Britanyalı matematikçi Henry Smith'in bir makalesinden alınan aşağıdaki pasaj aydınlatıcı olacaktır:

> Büyük insan Newton'u bir istisna olarak kabul edersek (ki bu Gauss'un da yapmaktan hoşlanacağı bir istisna olacaktır) Eski Yunanların gıpta edebileceği gibi icatların olağanüstü verimliliği ile uygulamaların kesin doğruluğunun birlikteliği açısından herhangi bir dönem ya da ülkedeki hiçbir matematikçinin Gauss'tan daha üstün olmadığını söylemek mümkündür. Euler ve Cauchy gibi büyük matematikçilerin itibarını zedelemeden onların, kendi yaratımlarının aşırı zenginliği karşısında altüst olmaları ve elde ettikleri sonuçlarla birlikte gelen ilgiden öylesine büyülenmiş olmaları nedeniyle, düşüncelerini tam anlamıyla mantıksal bir düzen içine sokmaya ya da sezgisel olarak

hissettikleri ve hatta doğru olduğunu görebildikleri inkâr edilemez kanıtlarla düzenlemeye zaman ayırmayı pek de umursamadıkları açıkça söylenebilir. Gauss içinse durum tam tersiydi. Paradoksal görünebilir ama yine de Gauss'un yazdıklarını mantıksal mükemmeliyetçi biçim sonrasında meçhullük ve gereksiz bir biçimde zor olma ithamı altında bırakanın da bu hassas çaba olduğu doğrudur... Yapılan tüm iddialar bütünüyle kanıtlanmıştır ve her iddia tamamen doğru ve mantıklı bir sıra içinde bir diğerini takip eder; şu ana dek şikâyet edebileceğimiz hiçbir şey yok. Ancak tetkikimizi sona erdirdiğimiz anda işimizin asıl şimdi başladığını, hâlâ tapınağın eşiğinde duruyor olduğumuzu ve perdenin ardında bir gizemin yattığını ama bunun bizden saklanmış olduğunu anlarız. Sonucun nasıl elde edileceğini gösteren süreçten eser yoktur, hatta uygulamanın birbirini takip eden adımlarını ima eden kabullerin izine dahi rastlanmaz... Diğer taraftan Euler'in bilimsel incelemelerine dönersek tüm edimle ilgili olarak Euler'in çalışmasının her adımında tatmış olduğu zevkin izlerini taşıyan bir tür teklifsiz ve bol bağışlayıcılığa rastlarız; ancak yine de Gauss'un tüm büyük çabalarının ortak bir özelliği olan göz alıcı ihtişamından çok uzakta olduğumuzun farkındayızdır... Gauss'un matematikçilere yönelik takdirden payına düşen kısmın en önemli olmasa da yabana atılmayacak sebebi onun, bilimin enginliğine tamamen dalmış olarak çalışmanın her bölümünde azami sertlik uygulamış, bir güçlüğü sanki hiç yokmuşçasına atlayıp geçmemiş ve hiçbir teoremi fiilen gösterilebileceği sınırların ötesinde doğru olarak kabul etmemiş olmasıdır.

Siméon-Denis Poisson (1781-1840)

Bu bölümün sonuna dek yeniden Fransa'ya dönüyoruz. Adı daha önce pek çok kez geçmiş olan Poisson yaşamı boyunca özellikle kendi ülkesinde karışık bir ünün sahibi oldu. Kendini Fransız biliminin seçilmiş lideri olarak gördüğü güç ve nüfuz sahibi bir konuma hızla yükselirken bu konumun avantajlarından yararlanmak için de çok çalıştı. Restorasyon dönemi sonrasında zayıflatılan Devrim ve Napoléon dönemlerindeki eğitim reformlarını durdurmak için elinden geleni yaptı.

Siméon ve Francheterre Poisson Paris'in seksen kilometre kadar güneyinde bulunan ve 21 Haziran 1781'de oğulları Siméon-Denis Poisson'un doğduğu Pithiviers kasabasında yaşıyordu. Eskiden

asker olan babası, kibirli asilzadelerden çok çektiği ordudan terhis olmasının ardından orta dereceli bir idari mevki elde etmişti. Büyük bir heyecanla karşıladığı Devrim ona Pithiviers bölgesinin sulh hâkimliğini getirdi. Bu görevi sayesinde oğlunun doyumsuz bir okuru olduğu *Journal de l'Ecole Polytechnique*'in sayıları eline geçiyordu. Küçük çocuğun kısmen mali nedenlerden dolayı Fontainebleau'da doktorluk yapan amcasının yanına gitmesine ve orada yaşamasına karar verildi. Bu kararın alınmasındaki amaç onun da tıp alanında bir meslek yaşantısına sahip olmasıydı ama Poisson en basit ameliyatları izlerken bile fenalaşıyordu. Bilimsel meslek yaşantısının gelişiminde laboratuvar işlerine karşı duyduğu antipatinin yanı sıra bu alandaki yetenek eksikliği de belirleyici bir etken oldu. Bölge okulundaki matematik öğretmeni şans eseri Laplace'ın bir arkadaşıydı. Poisson'un yeteneğinden etkilenerek genci Ecole Polytechnique'e girmeye çalışması konusunda teşvik etti. Giriş sınavında Poisson'un sergilediği performans o yıl için açık ara en iyisiydi. Poisson 1798'de okula kabul edildi. Taşradan yeni gelen genç hızla başkentteki yaşama uyum sağladı.

Polytechnique'te analitik fonksiyonlar üzerine henüz yeni ders vermeye başlamış olan Lagrange onun özenli bir öğrenci olduğunu ve sınıfta sürekli uygun açıklamalar yaptığını fark etti. Çok geçmeden derslerden sonra öğrencilerin Poisson'un odasına geçerek ince noktaları bu yetenekli arkadaşlarından dinlemeleri olağan bir durum haline gelmişti. Bu durum sayesinde Poisson Laplace'ın da dikkatini çekti. Bir öğrencinin zor bir soruya yaklaşımındaki özgünlüğün yanı sıra zarafetinden de etkilenen Laplace öğrenciye çözümün kendisine ait olup olmadığını sordu. Yanıt "Hayır, çözümü Poisson'dan aldım," şeklindeydi. Polytechnique yetkilileri Poisson'u resmi ders yükümlülüklerinden muaf tutarak kendi çalışmalarını daha derinlemesine yapmasına karar verdi.

Laplace ile bu yetenekli genç adam arasında gelişen hem kişisel hem de mesleki dostluğa ilişkin çok şey yazılmıştır. Poisson, Laplace'ın ölümünden sonra yaptığı anma konuşmasında "gençliğimde bana gösterdiği yakın ilgi, benden hiç esirgemediği sıcak dostluğunun izleri, çok sayıda olayda düşüncemi aydınlatan gö-

rüşlerini bana aktarması..." ifadelerini kullanmıştı. Fourier de Poisson'un matematik yeteneğini ilk başlarda fark eden kişilerden biriydi. Daha sonra yaşayacakları pek çok anlaşmazlığa karşın Fourier, Poisson'un bir matematikçi ve fizikçi olarak sahip olduğu yeteneklere her zaman derin bir saygı duymuştu.

Polytechnique'te olduğu sıralarda Poisson, Monge'un eski bir öğrencisi olan ve kendisine meslek yaşantısının başında çok yardım eden Jean Nicolas Pierre Hachette'in evinde kalıyordu. Poisson 1800'de mezun olmasının hemen ardından yardımcı hoca olarak göreve başladı; iki yıl içinde yardımcı profesör oldu. 1803'te üyesi olduğu Société Philomatique de Paris'nin yararlı yayını *Bulletin*'in editörlüğüne getirildi. 1806'da Polytechnique'te Fourier'nin yokluğunda ona vekâlet etmek üzere asli profesörlüğe getirilirken aynı zamanda da Collège de France'ta Biot'nun vekilliğini yaptı. Poisson'un koruyucuları yalnızca Hachette ve Laplace değildi. Ekonomist felsefeci ve sosyalist Saint-Simon da genç adam kendi ayakları üzerinde durabilene kadar Poisson'u destekledi. Poisson, Saint-Simon'un kurduğu özgür okulun başına getirildi. Bu okuldaki dersler Polytechnique'te açılan dersler örnek alınarak hazırlanmış olsa da öğrencilerin geçimlerini sağlamak amacıyla ders verdikleri bir yer olması itibariyle diğerinden hayli farklıydı.

Devrime sempatiyle bakılan bir evde yetişmiş olan Poisson Polytechnique'e geldiğinde "sosyalistlerin" düşüncelerinden etkilenmiş, burada öğretmenlik yaptığı ilk yıllarda eylemci öğrencilerin gayri resmi danışmanı olmuştu. Çok sık olmasa da bu grup Napoléon'a saygı duymadıklarını gösteriyordu. 1804'te Poisson öğrencilerin imparatorluğun ilan edilmesine karşı topladıkları imzaları yayımlamalarını engelledi. *Alma mater*'inde (mezun olduğu okul) bir kriz çıkmasını önlemek amacıyla attığı bu adım unutulmadı ve Poisson daha sonra Napoléon'un çevresindeki bilimcilerden biri oldu.

Bu nedenle 1806'ya gelindiğinde Poisson çoktan yerini sağlama almıştı. Kendisine yeni görevler verilmesi için yalnızca kısa bir süre daha beklemesi gerekecekti. 1808'de daha sonra Laplace'ın yerini alacağı Bureau des Longitudes'da bir göreve, ertesi yıl da Sorbonne'da mekanik profesörlüğüne getirildi. 1812'de dahil ol-

duğu Société d'Arcueil'in en aktif genç üyelerinden biri olarak meslek yaşantısında onun açısından çok yararlı olacak dostluklar edindi. 1812'de Académie Royale des Sciences üyeliğine seçildi; gecikmeksizin de gerekli imparatorluk onayı geldi. Aynı yıl Legendre'dan topçu okulu öğrencileri ayırtmanlık görevini devraldı. Poisson üç yıl sonra da Polytechnique'te yaşamının sonuna dek sürdüreceği mezuniyet ayırtmanlığı görevine getirildi.

Yaklaşık bu zamanlarda Poisson'un Fourier'yle arasındaki ilişki kötülemeye başlamıştı. Bildiğimiz gibi Fourier 1812'deki ödüllü yarışmada kendi ısı kuramını açıklamıştı. Poisson Fourier'nin henüz yayımlamadığı metnini görmüştü. Poisson kendi ısı kuramına ilişkin bazı çizimleri yayımladığında Fourier Laplace'a şöyle yazmıştı: "Poisson'un öylesine engin bir yeteneği var ki bunu başkalarının işine burnunu sokmak için de kullanıyor. Bu yeteneği, zaten bilineni yeniden keşfetmek için kullanmak büyük bir kayıp olacaktır... Yönteminin benimkinden farklı olduğunu ki bu gerçekten doğru ve geçerli olan tek yöntemin de kendisininki olduğunu ekliyor. Ancak ben bu iki önermeyi de kabul edemem. Matematikte duyulmamış olan ikinci iddiaya ilişkin şunu söyleyebilirim ki eğer Poisson diğer insanların bunu kabul etmesini istiyorsa bunu incelemesinden çıkarmalıdır (Fourier bu noktadan sonra Poisson'un kuramındaki aksaklıkları belirtiyor)." Poisson bu eleştiriyi kabul etmekle birlikte Fourier kendi bilimsel incelemesini yayımlamadan önce konuya ilişkin üç inceleme daha yayımladı. Böylesi olaylara Poisson'un meslek yaşantısında sıkça rastlanmaktadır.

Poisson Fransız bilim çevresinin etkili bir üyesi olsa da bu çevrenin çok fazla içine girmemeyi tercih etmiş gibi görünüyor. Matematiğin yanı sıra matematiksel fizikte de güncel olarak nelerin yapıldığından her zaman haberdar olan Poisson, kendi düşünceleriyle uyumlu gibi görünmeyen yaklaşımları sorgulamak ve eleştirmek konusunda pek istekliydi. Kendi başına ve giderek kızışan bir tempoda çalışan Poisson fiziğin temel sorularına kendince çözümler bulmak için çabaladı.

Libri, 1840 tarihli anma yazısında Poisson'un çalışma yöntemlerini şöyle aktarmıştı:

Poisson hiçbir zaman aynı anda iki işle birden uğraşmak istememiştir; çalışmaları sırasında o an uğraştığı şeyle hemen ilgisi kurulamayacak bir proje aklına geldiğinde küçük cep defterine birkaç sözcük yazmakla yetinirdi. Bilimsel düşünceleri hakkında yazıştığı kişiler bir incelemeyi tamamlar tamamlamaz ara vermeden yeni bir konuya geçeceğini ve ilgileneceği konuyu alışıldığı gibi cep defterinden seçeceğini bilirlerdi. Bu bağlamda başarı şansı olan problemleri önceden kestirmek ve bu konulara girmeden önce beklemeyi becerebilmek keskin ve düzenli bir zihnin kanıtını ortaya koyar.

Poisson Napoléon'cu rejime yönelik özel bir bağlılık hissetmediğinden bu düzen devrildiğinde rahat bir biçimde uyum sağladı. XVIII. Louis'nin 1814'teki restorasyonu, meslek yaşantısında herhangi bir aksiliğe neden olmadı, hatta Poisson yeni resmi sorumluluklar üstlenmeye devam etti. Bunların arasında en önemlileri tüm Fransa'daki matematik eğitimini denetleme olanağı sağlayan Conseil Royal de l'Instruction Publique adaylığı ile ulusal eğitim sistemiyle ilgili tartışmalarda kendisine en üst düzeyde söz hakkı tanıyan 1829'daki Conseil Royal de l'Université adaylığıydı. Bu görev XVIII. Louis'nin gerici hükümetinin Devrim ile Napoléon dönemleri sırasında benimsenen bilimsel program ve politikalara karşı bir mücadele başlattığı kritik bir zamanda gelmişti. Başta André-Marie Ampère olmak üzere meslektaşlarının yardımıyla Poisson bu baskılara göğüs gerdi.

Poisson bu önemli sorumlulukları üstlenirken bir yandan da akademide giderek daha nüfuzlu bir hale geliyordu. Laplace'ın 1827'deki ölümünün ardından koruyucusunun ileri sürdüğü düşüncelerin peşinden giderek onun mirasına bağlı kalmayı bir görev olarak kabul etti ama aynı zamanda da başka alanlarda çok sayıda araştırma yürüttü. Çok geçmeden kendini Fransa'nın en iyi matematikçisi olarak görmeye başlamıştı. Yaşamının son on yılında diğer tüm çalışmalarının yanı sıra birkaç kitap yayımladı. Bu yayınlar esas olarak pedagojik konulara ilişkin bilimsel incelemelerdi. Ele alınan konularla ilgili değerli tarihi araştırmaların bulunmasına karşın bu eserler o döneme ait araştırmaların gelişimine çok az katkıda bulunmuştu.

Poisson'un araştırma alanında yaptığı katkıların doğru bir değerlendirmesi için daha ziyade onun ortaya koyduğu sayısız makale ve incelemeye bakmamızda yarar var. Kendi başına yaptığı yayınlar listesi uzunluğu itibariyle hayli etkileyicidir. Bunun yanında incelemelerinden kaynaklanan sayısız özet ortaya koymuştur. Bunlar göz önüne alınmadığında dahi geriye yaklaşık üç yüz başlık kalır. Sahibi bilinmeyen 1874 tarihli bir değerlendirmede şöyle yazar:

> Bir matematikçinin şöhreti aslında sahip olduğu sıra dışı analiz gücüne bağlıdır. Analizcinin anlaşılmaz ifadelerle formüle ettiği fiziksel keşiflerin sahibi deneysel bilimci, aldığı yardımın derecesini teslim etmekte genellikle yetersiz kalır... Sıradan bir insan için bir matematikçinin yaptıklarından en etkileyici olanı, neredeyse hiçbir değeri olmasa da dönüşüm yapabilme becerisidir. Poisson bu yeteneğe fazlasıyla sahipti. İnsanları etkiledi ve büyük bir adam olarak kabul edildi. Ancak bir bilimci yalnızca düşünceleriyle hatırlanır. Oysaki Poisson'un yalnızca başkalarına ait düşünceleri vardı. Üstüne üstlük birbirine karşıt iki düşünce arasında bir seçim yapması gerektiğinde Poisson'un kendi analizi sonucunda ulaştığı karar genellikle yanlış tercih olurdu.

Bu saldırı şüphesiz hayli insafsız ancak yine de içinde bir doğruluk payı vardı. Yorulmak bilmezcesine formüllerle oynaması onun tipik bir özelliğiydi. Daha sonra Jacobi, Poisson'un *Celestial mechanics*'in ilk baskısından beri hareket denklemlerinin dönüşümüyle ilgili en önemli ilerlemeyi kaydetmiş olduğunu belirtti. Daha sonra göreceğimiz gibi Hamilton ve diğerleri on dokuzuncu yüzyılın sonuna dek kuramsal fizikte yaşanan büyük gelişmelerin temelinde yatan matematiksel yöntemlerde Poisson'un hesaplamalarından ilham almışlardı.

Poisson'a çok şey borçlu olan ve son yıllarında onun çok yakınında bulunan matematikçi ve felsefeci Cournot, koruyucusunun "tüm soruları ve tercihen doğa felsefesi açısından önemli olanlarını inceleme isteğiyle bağlı olan çapraşık hesaplamalarında" herkesten daha fazla sergilediği "bolluk, uyum sağlama yeteneği ve becerikliliğinden" bahsetmişti. "Buna rağmen ya da belki de bu yüzden bilim tarihinde sahibine sonsuza dek sürecek bir ün sağlayan ve az

rastlanır, tamamıyla yeni ve çarpıcı kavramları geliştirme talihinden pek hoşlanmamıştır. Yeni bir alana geçmektense muntazaman kendi yolunda ilerlemiştir."

Cournot aynı zamanda Poisson'un büyük bir entelektüel incelikle geniş bir sağduyu ve sabrı birleştirebilen açık sözlü bir insan olarak görünme arzusunu ifade ederek Poisson'la ilgili kendi kişisel izlenimini de vermişti. Bilim dünyasında sahip olduğu seçkin ününü göz önüne alan kraliyetçi parti onun muhafazakâr görüntüsünden kraliyetçilik adına yararlanmak istiyordu. Poisson 1825'te baron ilan edildi. Poisson bu unvanı ne kabul etti ne de reddetti. 1830 devrimi gerçekleştiğinde Poisson sahip olduğu görevlerden bazılarını kaybedebileceği korkusunu yaşadı; aksine Orléanist kral Louis-Philippe onu Soylular Meclisi'ne dahil etti. Poisson bu görevi kabul ederek bilimin ilerlemesini sağlayabilmek adına hiçbir fırsatı kaçırmama düşüncesiyle pek de siyasi bir konformizm göstermedi.

Poisson'un çok çeşitlenmiş etkinlik alanları onun Cournot'nun yazmış olduğu talihin tadını çıkaramamış olmasının bir nedeni olarak kabul edilebilir. Poisson sürekli olarak ve genellikle ilkesiz bir biçimde diğer bilimcilerin düşüncelerini istismar etti. Bunun örneklerini Sophie Germain'in elastik kuramı ve Fourier'nin ısı dağılımı çalışmalarında görmüştük. Bununla birlikte Poisson çoğu zaman yeni bir araştırmanın büyük önemini ilk takdir eden kişiydi ve yeni düşüncelerin yayılması için elinden geleni yapardı. En azından meslek yaşantısının ilk yıllarındaki amacı fiziksel problemlerin ele alınmasında matematiğin kullanımını olabildiğince genişletmekti. Ustalıklı hesaplamalardan çok daha fazlasını ortaya koydu. Biçimlendirme sezgisi daha önceden birbirinden ayrı olduğu düşünülen konuları bir araya getirmesini sağlayan analojiler keşfetmesine yol açtı. Bununla birlikte sonradan bu durum matematiksel analiz işlemleri için kullanılan büyük bir yetenekten fazla bir şey ifade etmedi.

Daha sonra göreceğimiz gibi Galois'nın ünlü tiradı esas olarak Poisson'a yönelikti. Poisson'a kendisini anlayamadığı ya da anlamak istemediği için sitem eden Galois şöyle yazmıştı: "Analizciler boşu boşuna çıkarsama yapmadıkları gerçeğini gizlemeye

çalışıyorlar. Yaptıkları şey birleştirmek ve düzenlemek... Gerçeğe ulaştıklarında ise el yordamıyla yollarını bulduktan sonra tökezlerler." Poisson'un da büyük ölçüde birleştirme yaptığı, büyük ölçüde düzenleme yaptığı ve sık sık da tökezlediği doğrudur –ama genellikle doğru tahminler yapmıştı. Problemleri ele alma yolunu değiştirmek, formüllere tekrar tekrar şekil vermek ve kendi matematiksel yöntemlerini uygulayabileceği başkalarına ait deneylerden malzeme çıkarmak konularında çok büyük bir istek duyardı. Bu istek, eleştirilere ve kinayeli yorumlara neden olurdu ama yine de bu, deneysel bir yaklaşımı doğurabilecek gerçek bir yetenekten kaynaklanırdı.

Poisson'un yaşamının son yılları eğitim amacıyla yaptığı çalışmalarla birlikte bilim savunuculuğuna yönelik çabalarıyla geçti. Cournot, "Yaşamının sonlarında, konuşmanın ona çok acı verdiği bir dönemde yarışma niteliğindeki bir sınavın (*agrégation*)* başkanlığını yaparken genç öğretmenlerimizin yalnızca bir iş sahibi olmakla ilgilendiklerini ve bilime yönelik hiçbir sevgi beslemediklerini görerek kederinden neredeyse ağlayacak duruma geldiğini gördüm," diye yazmıştı.

Özel yaşamına gelirsek söyleyecek pek fazla bir şey yok; Poisson tam bir işkolikti. "Yaşam yalnızca iki şey için güzel, matematik yapmak ve bunu öğretmek," diyordu. Akıllıca olmayan bir yatırım sonrasında uzun yıllar mali açıdan endişe duyduğu anlatılır. Gençlik yıllarında Paris'in salon toplantılarına ve tiyatrolarına gitmişti. Molière ile Corneille'in eserlerini ve özellikle de Racine'in trajedilerini ezbere bilirdi. Abel'e göre "küçük, hoş bir göbeği olan" kısa boylu bir adamdı; Mary Somerville şen şakrak kişiliğinden bahsetmişti. Fransız bir ailenin kızı olarak İngiltere'de doğmuş olan Nancy de Bardi'yle 1817'de evlendi. İkisi erkek ve ikisi kız olmak üzere dört çocukları oldu. Evliliği sonrasında işiyle ilgili olmayan sosyal etkinliklerden elini ayağını çekerek sahip olduğu kısıtlı boş zamanlarını ailesiyle birlikte geçirmeyi tercih etti. Sabahın altısında çalışmaya çekilerek akşam saat altıya dek hiçbir ziyaretçiyle

---

* Fransa'da kamu eğitim sistemindeki bazı görevler için yapılan devlet memurluğu sınavı. (ç.n.)

görüşmezdi. Bu andan itibaren günün kalan birkaç saatini ise ailesiyle birlikte yemek yiyerek ve bazen de eski dostlarıyla birkaç el vist* oynayarak geçirirdi. Paris'ten çok uzakta olmayan bir çiftlik satın aldı ama çiftliği görmeye bile gitmedi.

Poisson 1838'in sonbaharında bir tür vereme yakalandığını öğrendi. Bir süreliğine bazı görevlerinden feragat etmek için kendini zorlasa da sağlığı biraz düzelir düzelmez yeniden işlerine dalacaktı. Sağlıksız durumuna karşın son yirmi iki yıl boyunca yapmış olduğu gibi Polytechnique final sınavlarını pek de akıllıca olmayan bir biçimde kendisi idare etmeye çalıştı. Ancak sağlığı bir ay boyunca günde yaklaşık on saat boyunca çalışmasına elverişli değildi. Bu tempo son bir felç geçirmesine neden oldu ve vücudu eski haline dönemeyeceği bir çöküş yaşadı. Paris'te 20 Aralık 1840'ta yaşamını yitirdi.

---

* Bir iskambil oyunu. (ç.n.)

Jean Victor Poncelet (1788-1867)

Fransa'daki istikrarsız politik duruma karşın Poisson'un meslek yaşantısı, bugünkü akademik dünyadakinden pek de farklı olmayan bir biçimde kesintisiz bir ilerlemeye sahne olmuştu. Aynı ülkeden Poncelet'nin ise pek çok terslikle karşılaştığı ve bunların üstesinden kararlılıkla geldiği çok daha farklı bir meslek yaşantısı oldu. Aşırı derecede kurama boğulmuş bir konuya sanayi uygulamalarını sokarak mekanik öğretiminde devrim yaptı. Bununla birlikte esas olarak ününü kompleks izdüşümsel geometrinin kurucusu olmasına borçludur.

Jean Victor Poncelet 1 Temmuz 1788'de Moselle'in* en önemli kenti Metz'de dünyaya geldi; yani Poisson'dan yedi yaş küçüktü. Anne-Marie Perrein ile zengin bir toprak sahibi ve avukat Claude Poncelet'nin öz çocuğuydu (meşruluğunu sonradan kazandı). Poncelet, Metz'in doğusunda, Saint Avold kasabasındaki bir aileye bakımını üstlenmeleri için henüz bebekken verildi. Ortaöğretimini 1804'te on altı yaşındayken girdiği Metz *lycée*'sinde almak için kente geri döndü.

Fransız eğitim sistemine göre zorunlu ortaöğretim, devlet okullarında (lycée) ya da belediye okullarında (collége) veriliyordu. Daha iyi okullar olarak bilinen devlet okullarına girmek daha zordu. Eğitim altı yaşında başlıyor ve bakalorya** alanlar için on sekiz yaşına dek sürüyordu. Bundan sonra öğrenci üniversiteye gidebilir ya da Fransa'nın entelektüel elitlerinin eğitim gördüğü seçkin meslek okulları Grande Ecole'lerden birine girmek için hazırlanabilirdi. Grande Ecole'ler tarafından kabul edilenler üniversite öğrencilerinin aksine devlet memuru olur ve düşük bir maaş alırlardı. Eğitim sürelerinin de dahil olduğu on yıllık bir süre boyunca devlet adına çalışmak zorunda kalırlardı. Metz'de olduğu gibi kimi lycée'ler, öğrencileri Grande Ecole'lerin zorlu giriş sınavlarına hazırlamak amacıyla özel sınıflar oluştururdu.

Poncelet 1807'de Ecole Polytechnique'e girdi. Öğretmenleri arasında Monge, Lacroix, Ampère, Poinsot ve Hachette bulunuyordu. Sağlık nedenleriyle bir yıl kaybetmesinden dolayı mezun olduğunda yirmi iki yaşındaydı. Mezun olduktan sonra istihkâm sınıfına alındı. Metz'deki iki yıllık eğitiminin ardından ilk görevi Hollandalılara ait stratejik Walcheren Adası'nın tahkimatı üzerine çalışmaktı. Bunun ardından başarısız Rusya seferinde istihkâm teğmeni olarak görevlendirildi. Ordu, Moskova'dan geri çekilirken Krasnov savaşının olduğu 1812 Kasım'ında esir düşerek Volga Nehri kıyısındaki Saratov'da bir kampa götürüldü. Bu kampta on sekiz ay boyunca tutuldu. Esaret koşullarının çok sert olmasına

---

* Fransa'da bir il. (ç.n.)

** Fransa'da lise bitirme sınavı ve sonrasında alınan diploma. (ç.n.)

karşın sahip olduğu bu zorunlu boş zamanı matematik ve özellikle de geometri üzerine düşünerek geçirdi. Kaynak olarak kullanabileceği hiçbir kitap olmadığından öncelikle soyut ve analitik geometrinin ilkelerini yeniden oluşturması gerekmişti; ona öğretilen ayrıntılı matematiğin zihninden uçup gittiğini buna karşın temel ilkeleri hâlâ bütün netliğiyle hatırlayabildiğini fark etti. Bunun üzerine konikler ve konik sistemlerinin izdüşümsel özelliklerine ilişkin bazı özgün düşünceler geliştirmeye başladı. Daha sonra Saratov defterleri adını vereceği bu döneme ait notların öyküsü kaleme alındı ve nihayetinde elli yıl sonra 1862 tarihli *Applications d'analyse et de géométrie* (Çözümleme ve Geometri Uygulamaları) adlı eserin bir parçası olarak yayımlandı. Eserde bir savaş esiri olarak tutulduğu sırada aklına gelen düşüncelerden yola çıkarak oluşturduğu kuramı açıklamıştı.

Poncelet Eylül 1814'te Fransa'ya dönmesinin ardından, memleketi Metz'de istihkâm yüzbaşısı olarak görev aldı. Sonraki on yıl boyunca burada mühendislik teçhizat deposunun teşkil edilmesinde, topografya ve tahkimatla ilgili çeşitli projelerde çalıştı. Sonuç olarak Poncelet, tahkimatta yaşanan sorunlar ve sınai mekaniğe ilişkin kapsamlı bir bilgi edinmiş oldu.

Yine de Poncelet'nin askeri mühendis olarak üstlendiği görevlerinden geriye esirlik döneminde başlamış olduğu izdüşümsel geometri araştırmasına devam etmesini sağlayacak kadar zaman kalıyordu. 1817'den itibaren, idaresi ve gözden geçirmeleri Joseph Diaz Gergonne adlı matematikçi tarafından yapılan, kısa ömürlü bir matematik araştırmaları dergisi *Annales de mathématiques pures et appliquées*'te birkaç makale yayımladı. Daha sonra Mayıs 1820'de Poncelet, Académie Royale des Sciences'a konik kesitlerin izdüşümsel özelliklerine ilişkin önemli makalesini, yeni kuramı kompleks izdüşümsel geometriyi anlatarak sundu. Ne yazık ki, akademinin belirlemiş olduğu hakem Cauchy, Poncelet'nin yöntemleri konusunda ikna olmadı. Cauchy, Poncelet'den daha genç olsa da bir akademisyen olarak kararları büyük itibar görüyordu. Poncelet 1820 yılının bir haziran gününde Cauchy'nin ona karşı takındığı tavrı yıllar sonra hâlâ hatırlıyordu:

> Hayli katı biri olan hakemimi rue Serpente 7 numaradaki evinde yakalamayı başardım. Tam Saint Sulpice'e gitmek için evden ayrılmak üzereydi. Bu çok kısa ve hızlı yürüyüş esnasında hemen fark ettim ki hiçbir şekilde bir bilimci olarak ben onda bir saygı uyandırmamıştım ve hatta onun beni anlamasının olanaksız olduğunu düşündüm. Âciz bir ricacı olarak kendimi, süreklilik ilkesinin geometriye uyarlanmasında gördüğüne inandığı uygunsuz nokta ve zorlukların şimdiye kadar işaretler kuralına yeterli dikkatin verilmemiş olmasının bir sonucu olduğunu saygılı bir biçimde kendisine bildirmekle sınırladım... Bu kuralın matematiksel açıklamasının benim akademiyle yaptığım yazışmaların öncesinden vuku bulduğunu ve bu kurumdaki muteber kişinin beni böyle yapmamam konusunda ikna etmeye çalışmadığını belirttim. Ancak başka bir şey söylememe fırsat vermeden aniden yürüyüp gitti.

Ordunun Moskova'dan geri çekilmesinde ve Rus esir kampında geçirdiği dönem sonrasında hayatta kalmayı başaran Poncelet, Cauchy'nin bu nezaketsizliği karşısında pek fazla hayal kırıklığına uğramadı. Haklı olduğundan emin bir şekilde konumunu korurken *Traité des propriétés projectives de figures* (Şekillerin İzdüşümsel Özellikleri Üzerine İnceleme) adlı eserinin ilk bölümünü oluşturacak şekilde 1820 tarihli makalesinin üzerinden geçti. Çok sayıda önemli buluş, düşünce, yöntem ve özgün ayrıntının yer aldığı 1822'de yayımlanan bu çalışma izdüşümsel geometrinin gelişmesinde çok belirleyici bir rol oynadı. Örneğin, Poncelet'nin karşılıklı ilişki kuramı eşleklik ilkesinin habercisiydi. Mesleki görevlerinin yanında geometri çalışmalarını da devam ettiren Poncelet dört önemli incelemenin daha hazırlanmasına girişti. İlk iki inceleme Mart 1824'te akademiye sunuldu.

İki ay sonra, uzun süreli bir kararsızlık döneminin ardından Poncelet, Monge'un meslek yaşantısına başlamış olduğu askeri okul Ecole du Génie'deki uygulamalı mekanik profesörlüğünü kabul etti. Meslek yaşantısındaki bu köklü değişiklik sonucunda geometri alanındaki çalışması kesintiye uğradı. Cauchy'nin muhalefeti nedeniyle yayında gerçekleşen gecikme nedeniyle en önemli düşüncelerinden bazılarının Gergonne ve en başta Alman matematikçi ve fizikçi Julius Plücker olmak üzere başka kişiler tarafından kendilerine mal edildiğini gördü. Öncelik konusunda ortaya çıkan

anlaşmazlıklar büyük bir rahatsızlık yarattı. En sonunda kendi kuramlarının olgunlaştırılmasını ara sıra bazı düşünceleri savunmak dışında tamamen rakiplerine bıraktı.

Poncelet, Mézières'den memleketi Metz'e taşınmış olan Ecole du Génie'de ise çok geçmeden eğitimini verdiği yeni disipline ve uygulamalı mekaniğin farklı yönlerine boğuldu. Verimliliklerini artırmak düşüncesiyle bazı makineler üzerinde zaten çalışmış ve değişken karşı ağırlıklı asma köprüyle ilgili yeni bir tasarım geliştirmişti. 1824'ün yazında ilk büyük icadını yaparak büyük ölçüde artan bir verimlilikle, altından geçen suyla çalışan eğimli kanatlara sahip su değirmenini tasarlayarak hayata geçirdi. Bu icadını anlattığı makalesi 1825'te Académie Royale des Sciences'ın mekanik dalındaki ödülünü kazandı. Aynı zamanda suyun büyük bir yarıktan (orifis) dökülmesine ilişkin kurallar ve su yüzeyinde oluşan dalgacıklar üzerine deneyler gerçekleştirdi.

Poncelet'nin zamanının çoğu Ecole de Génie'deki askeri mühendis adaylarına yönelik kuramsal mekanik derslerini kusursuzlaştırmakla geçse de yerel zanaatkârlar için daha temel düzeyde bir sınai matematik dersi de hazırladı. Bunu yaparken de Fransa, Belçika ve Almanya'daki belli başlı fabrikalarda kullanılan makineleri incelemek üzere 1825'te gerçekleştirilen gezide toparladığı mesleki pratik deneyiminden yararlandı. Bu çalışma Poncelet'yi mekaniğin ilkelerini, kuramsal sonuçların sanayiye uygulanmasını dikkate alan bir bakış açısıyla sunulması konusunda yeniden düşünmeye itti.

Poncelet 1830'da Metz belediye meclisinin bir üyesi ve Moselle genel konseyi yazmanı olarak kamu hayatına daha fazla dahil oldu. Ancak birkaç yıl sonra, 1834'te üyeliğine seçilmiş olduğu ve giderek daha etkin bir rol oynadığı akademinin bulunduğu Paris'e taşınma ihtiyacı hissetti. Ertesi yıl Louise Palmyre Gaudin'le evlendi. Ilımlı bir cumhuriyetçi olarak Moselle'i temsilen Ulusal Kurucu Meclis'e seçildi. Kendisinden Sorbonne'da fiziksel ve deneysel mekanik dersi hazırlaması istendi. O ana dek Sorbonne'da mekanik eğitimi tamamen kuramsal olarak veriliyordu; Poncelet derse sanayi uygulamalarını da dahil etti. Çok kısa bir süre içinde temel

ders kitabı olma özelliğine kavuşan *Introduction à la mécanique industrielle physique ou expérimentale* (Fiziksel ve Deneysel Sınai Mekaniğine Giriş) adlı kitabını 1841'de yayımladı.

Poncelet istihkâm subayı olarak emeklilik yaşına yaklaşmıştı ama mesleki yaşantısı hiçbir şekilde son bulmamıştı. Öğretim programında reform yapılmasına yönelik bir komisyonda görevlendirildi. Collège de France'ın denetimi altında oluşturulan geçici idare okulunda mekanik profesörlüğüne, aynı zamanda tuğgeneralliğe yükseltilerek Ecole Polytechnique'in yöneticiliğine getirildi. Rutin idari işleri bir yardımcısına devrederek kendini öğretim programının reformuna adadı. Bu yeni sorumlulukları için zaman yaratabilmek amacıyla üniversitedeki işinden vazgeçti.

Bu arada Fransa'daki siyasi gerilim artmaktaydı. Şubat 1848'de yaşanan ayaklanma Louis-Philippe'in İngiltere'ye kaçmasına ve yeni bir cumhuriyetin ilan edilmesine yol açtı. Ancak ayaklanmanın başındaki radikaller orta sınıftan gelen ılımlı kişiler tarafından yönetimden uzaklaştırıldı. Aynı yıl içinde daha sonra yaşanan başka bir ayaklanma ise ordu tarafından bastırıldı. Poncelet, Politekniklilerin o yıl yaşanan olaylara dahil olmaması için bizzat müdahalede bulundu. 1850'nin sonlarında Politekniklilerin komutanıyken emekliye ayrıldı.

Yüzyılın başından itibaren sınai aletlerin tasarımlarında çok büyük ilerlemeler kaydedilmişti ve Poncelet yedi yıl boyunca kendini bu gelişimlerin bir rapor halinde yazılması işine verdi. Yeni makine örnekleri, 1851'de Londra'da ve dört yıl sonra düzenleyicileri arasında Poncelet'nin de bulunduğu Paris'te düzenlenen büyük fuarlarda sergilendi. Tüm bunlardan sonra Poncelet yeniden geometriye döndü, daha önceki çalışmalarını tek bir eserde topladı, tartışmalı bir önsözle birlikte son cildi 1866'da olmak üzere dört cilt halinde yayımladı. Ertesi yıl, yetmiş dokuz yaşında 22 Aralık 1867'de Paris'te yaşamını yitirdi.

Ne yazık ki Poncelet'nin müsveddelerinin ve makalelerinin büyük bir kısmı Birinci Dünya Savaşı sırasında kayboldu. Böylece yaşamı ve eserlerine ışık tutabilecek çok değerli malzemeler de elden çıkmış oldu. Onun hakkında yayımlanan eserler, mekaniği

tamamen kuramsal bir disiplinden uygulamalı bir disipline dönüştürme çabalarından çok esas olarak geometri alanındaki düşünceleri üzerinedir. Zaman geçtikçe izdüşümsel geometrinin temel nitelikteki önemi daha belirgin bir hal aldı. 8. Bölüm'de göreceğimiz gibi Poncelet'nin bu düşünceye sahip olmasından yaklaşık yüz yıl sonra Veblen ve Young konunun mantıksal olarak en tatmin edici dalının nihai modern öyküsünü kaleme aldıklarında izdüşümsel geometrinin temellerinin tüm geometrinin temelleri olduğu düşüncesini savunmuşlardı.

Augustin Cauchy (1789-1857)

İkinci grup matematikçilerimizin sonuncusu, döneminin en büyük Fransız matematikçisi, Euler, Lagrange, Laplace ve on sekizinci yüzyılın diğer büyük matematikçilerinin mirasçısı olan Cauchy'dir. Cauchy, matematikte eksiksizlik adına yaşanan ilk devrimsel dönemin öncüsüydü. Matematiğin hemen hemen her alanında önemli katkılarda bulundu. Onun öne sürdüğü düşüncelerden pek çoğunun modern matematiğin temellerini oluşturduğu görüldü. Cauchy matematiğe çok fazla hâkim olmadı, tersine matematik Cauchy'ye hâkim olmuştu. Cauchy siyasi ve dini konularda son derece tutucu biriydi.

Augustin-Louis Cauchy 21 Ağustos 1789'da Paris'te dünyaya geldi. Doğumundan sonraki ay Augustin adıyla vaftiz edilirken bir-

kaç ay öncesinde patlak veren Fransız Devrimi sırasında Paris polis teşkilatında yaptığı adli görevi sona eren babası Louis-François'dan da Louis adını aldı. Annesi Marie-Madeleine (kızlık soyadı Desestre) hali vakti yerinde Parisli burjuva bir aileden geliyordu. İlki Augustin-Louis olan altı çocuğu oldu. 1794'te Cauchy ailesi Terör döneminden uzaklaşmak amacıyla Arcueil'deki kır evlerine kaçtı. Hatırlayacağımız gibi Arcueil, Berthollet ve Laplace'ın da evlerinin bulunduğu bir yerdi. Küçük çocuk burada bu isimlerle ve onları ziyarete gelen diğer ünlü bilimcilerle tanışma şansına sahip oldu. Özellikle Lagrange çocuğun yeteneklerinden etkilenerek eğitimiyle özel olarak ilgilendi.

İki yıl sonra Cauchy ailesi Louis-François'nın yeni rejim altında meslek yaşantısını yeniden oluşturmaya başladığı Paris'e döndü. Laplace'ın şansölyelik görevini sürdürdüğü yeni kurulan senatoda nüfuzlu ve bol kazançlı bir görev olan genel yazmanlığa getirildi. Senato Palais du Luxembourg'da bulunuyordu; Cauchy'lerin evi de yakınlardaki rue de Tournon'daydı. Lagrange'ın tavsiyesiyle oğlu, beşeri bilimler eğitimi almak üzere liberal görüşlü Ecole Centrale du Panthéon'a girdi. Fransız eğitim sisteminin bir özelliği her alanda her yıl düzenlenen ulusal çaptaki yarışma Concours Général'di. Bu yarışmada ülkedeki ortaöğretim okullarının son sınıfındaki tüm öğrencilere aynı sorular sorulurdu. Cauchy sınava girdiği yıl en başarılı öğrenci olarak büyük ödülü kazandı.

Cauchy on altı yaşındayken inşaat mühendisi olma düşüncesiyle Ecole Polytechnique'e girdi. İki yılın ardından eğitimine iki yıl daha Ecole des Ponts et Chaussées'de devam ederek eğitimini Paris bölgesindeki şantiyelerde yaptığı saha çalışmasıyla tamamladı. 1810'a gelindiğinde Cauchy diplomalı genç bir mühendisti. On sekiz yaşında Cherbourg'daki donanma üssü Port Napoléon'un yapımında Kont Molé'un idaresinde çalışmak üzere Paris'ten ayrıldı. XVI. Louis döneminde başlayan bu büyük projenin amacı Fransızlara Manş Denizi'nde İngilizlere karşı yapılacak harekâtların yönetilebileceği bir üs sağlamaktı.

Cauchy Cherbourg'a giderken yanına dört kitap aldı: Laplace'ın *Mécanique céleste*'i, Lagrange'ın *Traité des fonctions analytiques*'i

(Analitik Fonksiyonlar Üzerine), Thomas a Kempis'in *De Imitatione Christi*'si (İsa'ya Öykünme) ve Vergilius'un eserleri. Cauchy, Cherbourg'da yaklaşık üç yıl kalarak mühendislik tecrübesi kazandı. Çalışması çok takdir ediliyor olsa da o bunu hem fiziksel hem de ruhsal açıdan bir sıkıntı olarak görüyordu. Zaten hiçbir zaman iyi olmayan sağlığı daha da bozulmuştu. Bu arada Cherbourg'daki boş zamanlarında matematik araştırmaları yapıyordu. Yaptığı keşifler, hastalığı nedeniyle Paris'e döndüğünde buradaki bilim çevrelerinin dikkatini çekecek kadar önemliydi.

Birbirine sıkı sıkıya bağlı aile ortamına geri dönen Cauchy sağlığına yeniden kavuşarak en sonunda grup teorisine evrilen temel düşüncelerin özünün yer aldığı simetrik fonksiyonlara ilişkin önemli incelemesini 1812'de tamamladı. 1815'te yayımlanan bu erken dönem incelemesinde Cauchy, o zamanlar görece yeni olan Gauss'un yöntemlerini sayılar kuramındaki sonuçları genellemek için Lagrange ve Ruffini'nin çalışmaları aracılığıyla güzel bir şekilde kullandı. Cauchy determinantlar kuramını da geliştirmişti. Bu inceleme Cauchy'nin, kimilerinin kasıtlı meçhullük olarak gördüğü eğilimiyle birlikte soyut ve eksiksiz matematik tarzının da güzel bir örneğini oluşturuyordu.

Sağlığı tam olarak yerine geldiğinde Cauchy Paris yakınlarındaki bir şantiyedeki işleri denetlemekle görevlendirilse de mühendisliğe karşı olan ilgisi azalmış ve matematiğe olan yeteneğini daha iyi kullanabileceği bir iş aramaya başlamıştı. 1813'te Lagrange yaşamını yitirince böyle bir şans doğmuş oldu. Ne var ki, Lagrange'dan boşalan görevler için aday olan Cauchy bunda başarı sağlayamadı. Bu dönemde Cauchy yaşamı boyunca pek çok kez geri döneceği bir problem olan cebirsel bir denklemin gerçek köklerinin bulunması üzerinde ilk kez olarak çalışmaya başladı. Gerçi onun adının duyulmasını sağlayan, belirli integrallerin hesaplanmasına ilişkin 1814'te akademiye sunduğu çalışmaydı. Bu, Cauchy'nin analiz, özellikle de kompleks analiz üzerine çalışmalarının başlangıcıydı.

Ertesi yıl akademide Cauchy'nin Laplace'ın da desteğini arkasına alarak elde etmek için mücadeleye giriştiği bir görev ortaya çıktı. Babasının da hatırı sayılır nüfuzunu kullanmasına karşın

genç adam yine hayal kırıklığına uğradı ama daha az itibara sahip ve kimi zaman akademinin bekleme odası olarak adlandırılan Société Philomatique de Paris üyeliğine seçildi. Yine de artık yirmi altı yaşına gelmiş Cauchy'nin geçimini sağlayabilmesi için yeniden mühendisliğe dönmesi gerekecek gibiydi. Ancak Fransızların Waterloo'daki yenilgisi, Bonaparte'ın ikinci kez iktidardan uzaklaşması ve XVIII. Louis'nin dönüşünün ardından durum değişti. Babası, artık Soylular Meclisi adını alan senatodaki yüksek makamlı görevini sürdürmeyi başardı.

Cauchy her zaman koyu bir kral taraftarı olmuştu. Restorasyon dönemi, Devrim'e yakınlığıyla bilinen bilimcilerin uzaklaştırılmasıyla onun için yeni imkânlar doğurdu. Birkaç denemenin ardından nihayet 1816'da Académie Royale des Sciences üyeliğine seçildi. Bu başarı bazı dostlarını kaybetmesine ve düşmanlar kazanmasına neden oldu, çünkü akademiden uzaklaştırılanlar arasında büyük üne ve yüksek mevkilere sahip Carnot ve Monge gibi bilimciler de bulunuyordu. Hemen hemen aynı zamanlarda Cauchy, Ecole Polytechnique'te analiz doçentliğine, siyasi olarak gerçekleştirilmiş bir yeniden yapılanmanın sonucu yaratılan birkaç yeni görev sayesinde de çok geçmeden analiz ve mekanik alanlarında yüksek dereceli profesörlüğe getirildi. En azından bazı öğrencileri üzerinde iyi bir izlenim bırakmıştı. Eski öğrencilerinden biri ölümünün ardından "Hepimiz onun son derece çalışkan, iyi huylu ve yorulmak bilmez bir insan olduğunu anladık. Sık sık tam olarak anlayamadığımız dersleri saatler boyunca tekrarladığını ve yeniden gözden geçirdiğini duyardım," diye yazmıştı. "Katıksız bir şevkin sınırlarında dolaşan öğretme aşkı beraberinde iyilik, sadelik ve yaşamının sonuna dek sürdürdüğü bir cana yakınlık getiriyordu." Ne var ki, derslerinin belirlenmiş sürelerini bir hayli aştığı yönünde şikâyetler vardı. Zaman zaman genellikle liberal görüşlü öğrencilerden oluşan dinleyicilerin önünde kral yanlısı düşüncelerini gizlemeye çalışmayan bir öğretmene yönelik husumet dolu ifadeler duyuluyordu.

Emellerine ulaşma biçimi onaylanmayabilir ama Cauchy'nin bu görevler için hayli yeterli olduğu yadsınamaz. Keşifleri onu çoktan döneminin ön sıralarda yer alan matematikçileri arasına sok-

muştu. Görevlerini dürüst bir şekilde yerine getirirken bir yandan da Collège de France, üniversite ve Ecole Polytechnique'te dersler veriyordu. Derslerinde sıklıkla yeni düşünceler ve sürekliliğin modern tanımı gibi daha ayrıntılı yöntemlerden söz ediyordu. Matematikçiler bir süredir kavramlar ve analizlerin kanıtındaki ayrıntı eksikliğinden daha fazla şekilde şikâyet eder olmuşlardı. Fonksiyon kavramı, temelinde çok açık değildi; serilerin yakınsaması ya da ıraksamasına dikkat edilmeksizin kullanılması çelişki ve anlaşmazlıklar doğurmuştu; fonksiyonların trigonometrik serilerle ifade edilmesine ilişkin tartışma daha da fazla kafa karışıklığına neden olmuştu; ve tabii ki türev ve integralin temel kavramları hiçbir zaman doğru bir biçimde tanımlanmamıştı. *Analyse algébrique* (Cebirsel Analiz) dersinin ilk kısmı yayımlandığında Cauchy giriş kısmına şöyle yazmıştı:

> Yöntemlere gelince, bunları cebirin genelliğine dayanan hiçbir gerekçeye başvurulması için açık kapı bırakmayacak biçimde geometride gerekli olan tüm ayrıntılarla donatmaya çalıştım. Bana öyle geliyor ki bunlara özellikle yakınsak serilerden ıraksak serilere ve gerçek niceliklerden sanal ifadelere gidilirken sık sık izin veriliyor olsa da bu gerekçeler yalnızca gerçeği tahmin etmek için kimi zaman uygun olabilecek tümevarımlar olarak kabul edilmelidir. Yine de bunlar matematik bilimlerince göklere çıkartılmış kusursuzlukla pek az uyuşur. Hatta bunların (*genellik ilkesine dayanan gerekçeler*) cebirsel formüllere belirsiz (yani sonlu) uygulanabilirlikler atfettiğini belirtmekte yarar var ki doğrusu bu formüllerin pek çoğu yalnızca belirli koşullarda ve bu koşulları sağlayan belirli niceliklerde geçerlidir.

"Cebirin genelliği"yle Cauchy gerçel sayıların özelliklerinin otomatik olarak kompleks sayılara, yakınsak serilerin özelliklerinin de ıraksak serilere aktarabileceği ve buna benzer aktarımların mümkün olduğu kabulünü kastetmişti. Bu sözler, üreteç fonksiyonlar kuramını mutlaka yakınsak olması gerekmeyen seriler üzerine kuran Laplace ve belirli integrallerin hesaplanması için gerçel doğrudan kompleks bölgeye sezgisel olarak geçen Poisson gibi eski kuşak matematikçileri doğrudan hedef alıyordu. Cauchy,

limit kavramına dayanarak serilerin yakınsamasına ve fonksiyonların sürekliliğine ilişkin tanımlar ortaya koydu. Aynı düşünceyi kullanarak fonksiyon türevinin tanımını da yaptı. Anlatılanlara göre Cauchy bilimsel bir toplantıda serilerin yakınsamasına ilişkin kuramını sunduğunda Laplace aceleyle evine giderek *Mécanique céleste*'te kullanmış olduğu tüm serileri test edene dek evinde inzivaya çekildi. Neyse ki tüm seriler yakınsak çıkmıştı.

Cauchy'nin Ecole Polytechnique'te verdiği derslere dayanan *Analyse algébrique* planlanan *Cours d'analyse*'in (Analiz Dersleri) ilk kısmını oluşturmaktadır. Adının aksine bu kitap bir ders kitabı olarak düşünülmemiş, hiçbir zaman da bu şekilde kullanılmamıştır. Bununla birlikte Cauchy'nin eseri Jordan'ın klasik *Cours d'analyse* adlı kitabının kaynağıdır ve Jordan'ın eserinden de başka kitaplar türetilmiştir. Araştırma makalelerinde Cauchy hiçbir zaman *Analyse algébrique*'te koymuş olduğu sıkı standartlara ulaşamadı. Cauchy fonksiyonların sürekliliği için genel olarak bir tanım vermiş olsa da çalışmalarında karşısına çıkan hiçbir fonksiyon için usule uygun bir biçimde sürekliliği sağlama gerekliliğini gözetmedi. Yakınsaklığın önemini vurgulamış olsa da sanki konuyu hiç kendi açmamış gibi belirli sonlu seriler üzerinde çalıştı. Cauchy kendisiyle çelişiyormuş gibi görünse de o dini ve siyasi konulardaki dogmatikliğinin aksine matematikte açıkça fırsatçı biriydi. Bu şekilde davranabiliyordu, çünkü engin deneyimi sayesinde neyin doğru olduğu konusunda sağlam bir içgüdüye sahipti.

Cauchy'nin Ecole Polytechnique'in öğretim programını yeniden düzenleme çabaları tam anlamıyla başarıya ulaşmadı; derslerinin aşırı iddialı olduğu ve uygulamalı matematikten çok soyut matematiğe zaman ayırdığı konusunda itirazlar vardı. Sonuçta Ecole Polytechnique'in matematikçi değil mühendis yetiştirmek için kurulmuş olduğu söyleniyordu. O zamanki akademisyenler siyasi ve dini sorunlar üzerine genellikle keskin görüşlere sahipti. Cauchy kendisi gibi keskin muhafazakâr, kraliyet yanlısı ve Katolik olan kişilerle iyi ilişkiler içindeydi ama liberaller arasında pek sevilmezdi. Bununla birlikte tüm bunlardan ayrı olarak Poisson onun akademiye seçilmesini sağlamak üzere ilk başlardaki çabalarını des-

teklemiş olsa da Cauchy ile Poisson arasında güçlü bir rekabet söz konusuydu.

Restorasyon dönemi Cauchy için meslek yaşantısının en üretken zamanıydı. Bu dönemdeki yaratıcı işleri üç tema üzerinde yoğunlaştı. İlki klasik mekaniğin temellerine ve özellikle analize vurgu yaptığı matematik eğitimiydi. Verdiği derslerin ayrıntılarına ve bazı durumlarda da özetlerine sahibiz. İkincisi, başta sürem mekaniği olmak üzere matematiksel fizikti. Buna dalga yayımı kuramına ilişkin önemli bir çalışma ve elastisite üzerine temel nitelikte bir monografi dahildi. Son olarak kompleks analiz ve özellikle kompleks integralleme ve çok yavaş bir şekilde genel kabul görmüş olan kalıntı analizi üzerine yapmış olduğu çığır açıcı çalışmalar söz konusuydu. Cauchy tüm bunları yirmi sekiz yaşına gelmeden yapmıştı.

Soyut ve uygulamalı matematikçilerin akıllarında Cauchy'nin adının en çok ilişkilendirildiği keşifler hiç şüphesiz kompleks analizdeki temel teoremleridir. Özel kompleks fonksiyonların davranışı elbette daha önceden de, örneğin Euler tarafından incelenmişti. Hidrodinamikte şimdi Cauchy-Riemann diferansiyel denklemleri olarak adlandırılan denklemleri d'Alembert geliştirmiş, kompleks fonksiyonları kullanarak çözmüştü. Gauss da pek çok açıdan Cauchy'den önce davranmış ama konuya ilişkin herhangi bir şey yayımlamamıştı. Cauchy'nin bu alandaki çalışması çok sayıda makaleden bir araya toplanmak zorundadır. Cauchy hiçbir zaman kapsamlı bir inceleme kaleme almadı ve kimi zamanlarda da daha önce yapmış olduğu şeyleri unuttu. Yine de kompleks analizin babası bizim de bugün bildiğimiz gibi hiç şüphesiz Cauchy'dir.

1818'e gelindiğinde Cauchy evlenmek ve kendi evini kurmak konusunda çok istekliydi. Gelin, kitapçılık ve yayıncılık işiyle uğraşan eski ve köklü bir burjuva ailesine mensup Aloise de Bure'du. 4 Nisan 1818'de Paris'in gözde kilisesi Saint Sulpice'de gerçekleşen evlilik önemli akademisyenlerin, siyaset ve din dünyasından isimlerin katıldığı büyük bir olaydı. Kral ve tüm kraliyet ailesi evlilik sözleşmesine imzalarını atarak mutluluk dileklerini sundu. Cauchy'nin evliliği bir mantık evliliğiydi ve en azından ilk başlarda

her şey yolunda gibi görünüyordu. Cauchy'nin de yayımcısı olan de Bure ailesi genç çifte kendilerine ait Paris Hôtel'de bir daire ayarlayarak çiftin yaz aylarını da Arcueil'in biraz ötesinde, Sceaux'daki arazilerinde geçirmelerini sağladı. Aloise 1819'da Marie Françoise Alicia ve 1823'te Marie Mathilde adlarında iki kız dünyaya getirdi.

Cauchy mesleki çalışmalarından arta kalan zamanının ve enerjisinin çoğunu inançsızlık, dinsizlik ve laiklikle mücadele etmeyi amaçlayan "iyi ailelerden gelen genç Katoliklerin" örgütü niteliğindeki Congrégation de la Sainte Vierge'de geçiriyordu. Cauchy bu örgüte, örgütün hayli etkin olduğu Ecole Polytechnique'te öğrencilik yılları sırasında katılmıştı. Akademide ve diğer her yerde klerikalizmin savunucularından biriydi. Liberalizmin her türlüsünden özellikle de liberal Katoliklikten nefret ediyordu. Onunla matematik üzerine görüşmeye gelenler genellikle Cauchy'nin esas isteğinin gelenleri kendi dinine döndürmek olduğunu anlıyordu.

1824'te XVIII. Louis'nin yerine tahta geçen X. Charles'ın politikaları Cauchy'nin tutucu görüşleriyle uyum içindeydi. Aşırı muhafazakâr kralın amacı kendisiyle aynı düşüncelere sahip bir hükümet kurmaktı ve Ağustos 1829'a gelinmeden de bunda başarılı oldu. Yedi aylık bir hareketsizlikten sonra parlamento yeniden toplansa da neredeyse hemen dağıldı. Haziran 1830'un başlarında yeni seçimler yapıldı ve sonuçlar kati surette hükümete karşı çıktı. Ancak kral sonuçları kabul etmeyerek ülkeyi fermanlarla yönetmeye başladı. Basın özgürlüğü askıya alındı, Temsilciler Meclisi dağıtıldı ve daha sıkı bir seçim yasasıyla yeni seçimler yapıldı. Fermanların yayımlanmasıyla birlikte isyanlar da başlamış, çok geçmeden Paris'in her yerinde ayaklanmalar baş göstermişti. Bu arada aşırı çalışmanın yanında liberallerin yeniden güç kazanması nedeniyle yaşadığı kaygı ve hatta öfkeden dolayı Cauchy'nin sağlığı kötülemişti. Kral tahtı Bordeaux dükü olan torununa bırakarak İskoçya'ya kaçınca Cauchy de ilk başta hastalık izni olarak başlayan ve daha sonra kendi isteğiyle sekiz yıl süren bir sürgün hayatına dönüşen İsviçre yolculuğuna çıktı. Bu, Bourbon monarşisine yönelik hatalı bir kişisel bağlılık gösterisiydi. Yokluğunda, akademi üyeliği dışındaki tüm görevleriyle ilişiği kesildi.

Bu dönemin ilk üç yılında Cauchy zamanının çoğunu, matematiksel fizik profesörlüğüne getirildiği Torino'da geçirdi, hızlı bir biçimde İtalyanca öğrenerek bu dilde dersler verdi. 1833'te sürgündeki kralın daha önceden yerleşmiş olduğu Prag'a taşındı. Çocuk yaştaki Bordeaux dükünün öğretmeni olarak görevlendirildi. Cauchy öğrencisinin ilgisini temel bilimlere çekebilmek için çok uğraştıysa da karşılığında ona saygısızca davranıldı. O ana dek Paris'te kalmış olan Cauchy'nin ailesi Prag'a gelerek onun yanına yerleşti.

X. Charles'tan sonra tahta çıkan Orléanist Louis-Philippe, Cauchy için fazlasıyla liberaldi. O da 1848'de tahttan uzaklaştırılınca Cauchy bir Bourbon restorasyon dönemi umuduyla sürgünden eve dönme zamanının geldiğini düşündü ama kralsız geçen bir dönemin ardından tahta III. Napoléon oturdu. Cauchy üniversitedeki görevine yeniden alındı, yeniden ders vermeye başladı. Bağlılık yemini (akademide değil ama üniversite için geçerliydi) etmeyi kabul etmeyince profesörlükten ayrıldı. Destekçileri tarafından Bureau des Longitudes ve Collège de France'a tekrar alınması için gösterilen çabalar da sonuçsuz kaldı; bunun sebepleri bir sonraki bölümde anlatılacaktır.

Cauchy'nin sürgün dönemindeki üretkenliği önceki yıllarla karşılaştırıldığında hayli düşüktü. Fransız matematiğinin yeni kuşak yükselen yıldızları için Cauchy'nin derslerinden mahrum kalmak büyük bir kayıptı. Yine de genç kuşak matematikçiler üzerindeki etkisi devam etti. Cauchy araştırmalarını sürdürüyordu. Yaşamının bu son yıllarında zamanının çoğunu Sceaux'da aylığının tamamını ayırdığı hayır işleri yaparak geçiriyordu. Genellikle siyasi arka planı olan akademik anlaşmazlıklara da çok zaman harcıyordu. Cauchy'nin bir hayli bulaştığı akademik entrikalar enerjisini alıp götürüyordu. Ayrıca keşiflerin önceliliğinin kime ait olduğuyla ilgili kısır tartışmalara giriyordu. Zaten iyi olmayan sağlığı endişe verici boyutlara geldi. Doktor tavsiyesi üzerine 12 Mayıs 1857'de Paris'ten ayrılarak yazı geçirmek üzere Sceaux'ya gitti ama sağlığı aniden bozulunca on bir gün sonra altmış yedi yaşında yaşamını yitirdi.

Cauchy'nin defterleri ile aralarında Fransızca ve Latince yazılmış çok sayıda şiirin de bulunduğu el yazılarından oluşan geniş bir koleksiyon, İkinci Dünya Savaşı'ndan hemen önce amaçsızca imha edilmişti. Cauchy, yaşamı boyunca araştırma monografileri ve ders kitaplarından oluşan pek çok matematik çalışmasının yanı sıra sürekli olarak araştırma makaleleri yayımladı. Talimatları doğrultusunda büyük hacimli toplu eserleri, yayımlanmamış bazı çalışmaları da dahil edilerek ölümünden sonra hazırlandı. Ne yazık ki yazdıklarının pek çoğu kaotik şeylerdi; bir sonuç belirtilir, sonra bu çürütülür ve daha sonra bir kez daha ortaya konurdu; bir yöntem ağır bir biçimde eleştirilir ve sonra bir fırsatı bulunarak başarıyla kullanılırdı; sebepsiz yere notasyon bir öyle bir böyle değişirdi. Yapabileceğinden çok daha azını yayımlamış olan Gauss'un tam zıddıydı. Gauss bir şey yayımladığında bu çalışma derinlikli olurdu ama çok az kişi bunu anlayabilirdi. Cauchy'nin çalışmaları çok daha yüzeysel görünse de yayımlanmasıyla çok daha fazla araştırmaya esin kaynağı olmuştu. Cauchy kimi zaman daha önce yazmış olduğu bir şeyi unutarak aynı şeyi ikinci kez yayımlardı.

Cauchy aklına yeni bir fikir geldiğinde bunu yayımlamadan duramazdı. Akademinin haftalık yayını *Comptes Rendus* 1835'te yayımlanmaya başlamıştı. Cauchy'nin kendi dergisi *Exercices de mathématiques* aylık olarak 1825'te yayın hayatına başladı. Derginin sayfaları Cauchy'nin kendisi tarafından en olmayacak konu seçimleriyle en olmayacak sırayla doldurulurdu. Paris'ten ayrılmadan önce *Exercices de mathématiques*'in beş sayısı çıktı. Torino'ya gittiğinde bu girişimi yeniden canlandırdı –yerel gazetede bile yayımlıyordu– ve buna Prag'da, sonra da Paris'e döndüğünde burada devam ederek toplamda on sayıya ulaştı. Başka dergilerde de yayınlar yaptı; pek çok ders kitabının yanı sıra hiçbir dergi ya da koleksiyonda yer almayan en az on sekiz münferit inceleme yayımladı. Kimi zaman üretkenliği kendi standartları açısından bile hayli abartılıydı. Akademinin Ağustos 1848'deki üç toplantısında beş açıklama notu ve beş inceleme sundu. Bundan çok kısa bir süre sonra gerçekleştirilen toplam dokuz toplantıda on dokuz açıklama notu ve on inceleme daha teslim etti. Bu sağanak karşısında bunalan akademi bugün bile hâlâ yürürlükte olan bir kural koyarak

Comptes Rendus'da basılacak makalelerin dört sayfayı geçmemesini istedi. Yaklaşık bu zamanlarda onun bir lisans dersine katılan biri bunu epeyce tuhaf bir deneyim olarak adlandırmıştı. Bunun sebebi bir saat boyunca yeni bulduğunu söylediği bir yöntemle 17'nin karekökünü virgülden sonra 10 basamağa kadar hesaplaması ama bunun zaten tüm öğrenciler tarafından gayet iyi biliniyor olmasıydı.

Akademiye devamlı gönderdiği yayınlarının arasında kimi zaman Cauchy beklenmedik bir şekilde başka bir konuya geçer ya da eski bir konuya geri dönerdi; böyle bir şeyi neden yapmış olduğu da hemen anlaşılmazdı. Bir süre sonraysa akademinin eline Cauchy'ye incelemesi için gönderilmiş bir makaleye ilişkin yazmış olduğu rapor geçerdi. Bu arada Cauchy yazarın sonuçlarını tekrardan kanıtlamış, genişletmiş, derinleştirmiş ve genelleştirmiş olurdu. Yazdığı raporda da incelenen makalenin konusuna ilişkin kendisinin tüm geçmiş araştırmalarına değinmekten geri kalmazdı.

Bencilliği, kendini üstün görmesi ve yalancı sofuluğuyla Cauchy elbette pek sevilen biri değildi. Çağdaşlarından birinin onun hakkındaki görüşü hayli tipiktir: "Sert ve katı ruhu, bilimsel meslek yaşantısı sürdüren gençlere karşı olan hoşgörüsüzlüğü onu en az sevilebilecek ve tabii ki en az sevilen bilginlerden biri yapar." Anlayıştan yoksun ve neredeyse fanatik siyasi görüşlere sahip olmasaydı çok daha fazlasını başarabilirdi. Cauchy olağanüstü yeteneklerini boşa harcadığı gibi kimi zaman da elindeki gücü kötüye kullanmıştı. Cauchy kendini diğer insanların çalışmalarından akıl alma zahmetine katlanmayacak bir konuma sokmuş gibi görünüyor. Kıdemi ve nüfuzu arttıkça kendisinden teşvik ve destek bekleyen gençleri çoğunlukla hayal kırıklığına uğratmıştı. Yine de Cauchy'nin başkalarına ait araştırmaların üstün yanlarını hiç takdir etmediğini düşünmek yanlış olur. Bir makaleye gönderme yaparken kimi zaman kendi çalışmasıyla örtüşse de bu çalışmanın üstünlüklerini dürüstçe bildirirdi. Diğer kişilerden alıntı yapma konusunda Cauchy, zamanındaki tüm matematikçiler arasında en titizidir ve bir hata yaptığı ona gösterildiğinde bunu içtenlikle kabul ederdi. Bencil biri olmasına karşın hiçbir zaman kişisel çıkarını ön plana koyarak hareket etmemiştir.

III

ABEL'DEN GRASSMANN'A

Niels Abel (1802-1829)

İskandinavya'dan çıkmış en parlak matematikçilerden biri olan Niels Abel'in yaşam öyküsü sık sık dile getirilmiştir. Bu yaşam öyküsü bir melodramın tüm unsurlarını barındırır gibidir: Bencil akademisyenler onun başyapıtını sahiplenirken beş parasız dâhi, çocukluk aşkının kollarında veremden ölür ve aşırı derecede ihtiyaç duyduğu göreve kabul edildiğinin haberi geç ulaşır. Öykü yeterince trajiktir.

Finnøy, Norveç'in Stavanger kasabası yakınlarında bulunan bir adadır. Finnøy'un Lutherci papazı Søren Georg Abel, Københavns Universitet'te eğitim görmüş yetenekli ve hayli tutkulu bir ilahiyatçıydı; karısı Anne Marie (kızlık soyadı Simonson) varlıklı bir tüccar

ve armatörün kızıydı. Çiftin ikinci çocuğu Niels Henrik 5 Ağustos 1802'de dünyaya geldi. Altı oğlan ve bir kız toplam yedi kardeşten biriydi. Napoléon dönemi savaşları sona erdiğinde göze çarpan bir milliyetçi olan babası, Danimarka yerine İsveç'le birlik olma niyetini göstermek amacıyla yeniden yazılan Norveç anayasasını oluşturmak üzere 1814'te toplanan Stortinget'in özel oturumunda yer aldı. Papaz Abel 1816'daki başarısız bir girişimin ardından 1818'de Stortinget'e yeniden seçildi ama ne yazık ki siyasi kariyeri bir felaketle sonuçlanınca alkolik oldu.

Oğlu Niels on üç yaşından itibaren, bugünkü adıyla Oslo olan Christiania'daki katedral okuluna gitti. İyi bir okul olarak bilinmesine karşın en iyi öğretmenlerden bazıları Det Kongelige Frederiks Universitet'e geçtiğinden genç adamın ilk başlardaki entelektüel heyecanı kısa sürede söndü. Neyse ki Abel, sıra dışı yeteneğini fark eden yeni ve ehil matematik öğretmeni Bernt Michael Holmboe'nun etkisi altına girdi. Onun rehberliğinde Abel Euler, Lagrange ve Laplace'ın çalışmalarını incelemeye başladı. Okuldaki son yılında ve henüz yirmi yaşına gelmemişken beşinci dereceden genel denklemlerin çözümüne ilişkin ünlü probleme atıldı. Daha önce diğer insanların da yaptığı gibi problemi çözdüğünü düşünse de sonradan hatalı olduğunu gördü. Legendre'ın yaşam öyküsünde gördüğümüz gibi eliptik integrallerle ilgilenmeye başladı ve eliptik integrallerin ters fonksiyonlarının yani eliptik fonksiyonların ilginç özelliklere sahip olduklarını fark etti. İki yıl içinde buna ilişkin bir kuram geliştirdi.

Abel orta boylu, ince yapılı biriydi. Mavi gözlerinin içten ve pırıl pırıl olduğu söylenirdi. Tiyatrodan büyük keyif almasına karşın müziğe ilgi duymazdı. Kimi zamanlar şen şakrak kimi zamanlarsa kederli olurdu; bu tarz ruh hali değişimleri manik depresif eğilimlere işaret eder. Babası 1820'de öldüğünde annesi büyük bir borç yükünün altında kaldı. Bununla başa çıkmakta zorlanan annesi de alkolik oldu. Bilimci ve kâşif Christopher Hansteen'in karısı bu zor yıllarında Abel'e yaşama tutunmasında çok yardımcı oldu. Abel onu ikinci bir anne olarak görmüştü. Yoksul olmasına karşın yine de üniversiteye gitmeyi başardı. Abel katedral okulundan burs

alıyordu ama üniversitede ona bedelsiz bir oda sağlamak dışında verebilecekleri başka bir şey yoktu. Bu yoksul halini gören profesörlerden bazıları öğrencilik yılları boyunca ona mali olarak destek oldu. Üniversitede ileri düzey matematik dersleri yoktu ama o kendi başına en önemli yapıtların üzerinden geçerek kendi yolunda ilerledi. Bu dönemde biri integral denklemlerine ilişkin öncü bir çalışma olan iki araştırma makalesi yazdı.

Norveç'in aksine o zamanlar Danimarka iyi bir matematik ekolüne sahipti. Bu nedenle Abel, üniversitedeki profesörlerden birinin sağladığı bursla Danimarkalı matematikçilerle tanışmak üzere 1823'te yirmi bir yaşındayken Kopenhag'a gitti. Buradayken ailesinin ve arkadaşlarının Crelly adını verdiği Christine Kemp adında genç bir kadınla tanıştı. Çok geçmeden nişanlandılar ve Crelly nişanlısının yanında olabilmek için Norveç'e taşındı. Anlatılanlara göre Crelly çok hoş bir kadın olmasa da çok iyi huylu biriydi.

Christiania'ya dönüşünde Abel beşinci derece problemine yeniden daldı. Bu kez, problemin köklerle çözülemeyeceğini genel hatlarıyla doğru bir şekilde gösterdi. Daha sonra Galois, bu sonucun daha yüksek dereceli denklemler için de doğru olduğunu gösterdi. Abel ispatını kaleme aldı, bir özet yayımlayarak kopyalarını Gauss ve diğer bazı matematikçilere gönderse de ispatı pek fazla ilgi çekmedi. Christiania'daki üniversitenin senatosu Abel'in istisnai yeteneğini fark ederek çalışmalarını sürdürmesi için Paris'e gönderilmesi gerektiğine karar verdi. Devlet gerekli ödenekleri sağlayınca 1825'in sonbaharında Abel, üniversiteden birkaç genç bilimciyle birlikte Fransa, Almanya ve diğer yerlerdeki üniversitelere yapılan bir turneye dönüşecek bu gezi için yola koyuldu. İlk plana göre Abel Paris'e giderken yolunun üstündeki Göttingen'de bulunan Gauss'a uğrayacaktı ama yol arkadaşlarının Berlin'e gideceği anlaşılınca Abel de onlara katılmaya karar verdi. Mali açıdan bunun hayli kötü bir plan olduğu anlaşıldı çünkü Abel parasının büyük bir kısmını Berlin'de harcadı. Yine de bu yolculuğun büyük bir yararı da olmuştu. Daha sonra koruyucusu olacak büyük August Leopold Crelle'le temasa geçecekti.

Crelle Prusya'daki demiryollarının inşaatı gibi kimi büyük kamu işlerini yönetmiş başarılı bir inşaat mühendisiydi. 1780 doğumlu Crelle küçük yaşlarda matematiğe ilgi duymaya başlamış, uygulamalı matematik ve okul matematiğine ilişkin bir dizi çalışma yayımlamıştı. 1826'da Abel'in Berlin'e gelmesinden kısa bir süre önce *Journal für die reine und angewandte Mathematik* dergisini (Soyut ve Uygulamalı Matematik Dergisi) daha bilinen adıyla Crelle'in *Journal*'ını çıkarmaya başlamıştı. Bu dergi çok kısa bir sürede Almanya'nın matematik alanındaki başta gelen süreli yayını olurken Berlin'in de önemli bir matematik merkezi olmasını sağladı. İlk başta dergide uygulamalı matematiğe de yer verilmesi düşünülse de esas önem hızlı bir biçimde soyut matematiğe kaydı. Crelle'e göre "Soyut matematik öncelikle uygulama alanına bakılmaksızın ve bu düşüncelerle kesintiye uğratılmaksızın değerlendirilmelidir. Tamamen kendi içinde ve kendisi için gelişmelidir. Ancak bu şekilde özgürce her yöne doğru gidebilir ve gelişebilir. Matematiğin uygulama alanlarının öğretilmesinde insanların genellikle baktıkları şey sonuçlardır. Bilimin içinde eğitilmiş ve onun özünü benimsemiş biri için bu sonuçlara ulaşmak çocuk oyuncağıdır."

Journal'ın ilk sayısındaki önsözde Crelle hedeflerini şöyle koydu: Yalnızca önemli yeni makaleler değil daha önce başka dillerde yayımlanmış makalelerden yapılacak bir seçki de Almanca olarak yeniden yayımlanacaktı. Crelle, Legendre'ın geometri ders kitabı ile Lagrange'ın bazı çalışmalarını Fransızcadan Almancaya çevirdi. Crelle'in Paris ve diğer yerlerle yaptığı yoğun temaslar sayesinde *Journal* kısa bir süre içinde uluslararası bir nitelik kazandı. Crelle'in umut vaat eden genç matematikçileri keşfetme ve onları teşvik etme konusunda kayda değer bir yeteneği vardı. Abel, Möbius, Plücker, von Staudt, Steiner ve Weierstrass'ın hepsinin de ilk zamanlardaki çalışmaları Crelle'in *Journal*'ında yayımlandı. Cauchy'nin, göndereceği yayınlarla dergiyi zor duruma sokacağına yönelik korkuların temelsiz olduğu anlaşıldı.

Crelle dost canlısı, hoşsohbet bir insandı. Abel onunla Ocak 1826'da tanışmasının ardından eski öğretmeni Holmboe'ya şöyle

yazmıştı: "Onun ne kadar iyi bir insan olduğuna inanamazsınız; bir insanın tam olması gerektiği gibi... Düşünceli ama pek çok insanın olduğu gibi aşırı kibar değil, hatta fazlasıyla açık yürekli. Sizinle ya da diğer dostlarımla olduğu gibi onunla da iyi ilişki içindeyim." Crelle'in teşvikiyle Abel *Journal*'da düzenli olarak yayınlar yaptı; Abel'in sadece ilk sayıda yedi makalesi vardı ve sonraki sayılarda da büyük kısmı çok önemli daha fazla makalesi yayımlandı.

Abel Berlin'de olduğu sıralarda *alma mater*'inde beklenmedik bir anda düşük seviyeli bir öğretim üyesi pozisyonu açığa çıktı ama Abel bundan haberdar olana kadar bu göreve yol göstericisi Holmboe getirilmişti. Abel bu görev için çok genç ve tecrübesiz olarak görülmüştü. Bu karardan dolayı hayli incinmişti çünkü böyle bir fırsatın tekrar karşısına çıkması hemen hemen olanaksızdı. Evlenmek istiyor ama güvenli bir işi olmadan böyle bir şeye kalkışamıyordu.

1826'nın ilkbaharında Abel en azından ilk hedefi Paris'e gitmeyi tasarladı. Crelle onunla birlikte gelmeye söz verdi ve ilk baştaki planda olduğu gibi yolda, Göttingen'deki Gauss'a uğramaya karar verdiler. Ne yazık ki işlerindeki yoğunluk Crelle'in Berlin'den ayrılmasına fırsat vermedi. Sonunda Abel Paris'e gitmeden önce arkadaşlarının, bilimsel olarak ona pek bir şey kazandırmayacak gezilerine katılmaya karar verdi. Beraberce Leipzig, Freiberg, Dresden, Prag, Viyana, Graz, Trieste, Venedik, Verona, Innsbruck, Zürich ve Basel'e giderek hovarda bir yaşam sürdüler. Abel Paris'e ancak temmuzda parasının büyük bir kısmını harcamış olarak varabildi. Yaz tatili başlamıştı ve bu nedenle de Abel'in görüşmeyi umduğu matematikçiler şehir dışındaydı. Geri döndüklerinde ise Abel bu kişilerin soğuk ve yaklaşılması zor insanlar olduğunu gördü. Bir yandan da Abel'in kısıtlı Fransızcasını anlamakta zorluk çekmişlerdi. Esas uzmanlık alanı eliptik integraller olan Legendre onu nazikçe karşıladı ve ancak sonradan Abel'den ne kadar çok şey öğrenebileceğini fark etti. Cauchy ise onu tipik nezaketsizliğiyle karşılamıştı. Abel şöyle demişti:

> Legendre hayli nazik biri ama ne yazık ki çok ama çok yaşlı. Cauchy ise çılgın ve şu an için matematiğin nasıl ele alınması gerektiğini bilen tek matematikçi olmasına karşın onunla hiçbir yere varılamaz. Cauchy koyu bir Katolik ve aşırı bağnaz. Bir matematikçi için hayli garip bir durum... Poisson küçük bir göbeği olan kısa boylu biri. Büyük bir vakara sahip. Tıpkı Fourier gibi. Lacroix aşırı derecede kel ve son derece yaşlı. Pazartesi günü Hachette beni bu seçkin kişilerden bazılarıyla tanıştıracak. Yoksa Fransızları Almanlar kadar sevmedim; Fransızlar yabancılara karşı alışılmamış bir biçimde mesafeliler. Onlarla yakın arkadaş olmak hayli güç. Zaten böyle bir şeye de itibar etmiyorum. Herkes diğerlerini umursamadan yalnızca kendisi için çalışıyor. Herkes öğretmek istiyor ama kimse öğrenmek istemiyor. Her yere mutlak bir bencillik hâkim. Fransızlar bir yabancıdan yalnızca uygulanabilir olan şeyi bekliyor... Kuramsal bir şeyler yaratabilecek bir tek onlar var... Fark edilmenin özellikle de yeni başlayan biri için ne kadar güç olduğunu tahmin edebilirsiniz.

Abel, Académie Royale des Sciences'a sunulmak üzere başyapıtı olarak nitelendirdiği aşkın fonksiyonlara ilişkin bir inceleme yazmıştı. Abel bir arkadaşına "Akademiye sunmak üzere belirli tipteki fonksiyonlara ilişkin çok önemli bir makaleyi tamamladım. Pazartesi günü sunacağım. Makaleyi Cauchy'ye gösterdim ama göz atmak için bile zaman ayırmadı. Hiç övünmeden söyleyebilirim ki makale bence çok iyi ve akademide nasıl bir karar vereceklerini merak ediyorum," diye yazmıştı. Makale akademiye Ekim 1826'nın sonlarında sunuldu. Cauchy kıdemli olmak üzere Legendre'la birlikte hakem olarak tayin edilmişlerdi. Abel büyük bir umutla raporun çıkmasını beklese de bu gerçekleşmedi. Daha sonra şöyle yazacaktı: "Akademiye vermiş olduğum makaleye ilişkin kararı her gün bekledim. Ama oradaki ağırkanlı adamlar bir türlü raporu tamamlamadı. Cauchy ve Legendre hakemdi, Cauchy aynı zamanda raportördü ve Legendre yalnızca eşlik ediyordu."

O zamana dek Abel önde gelen çok sayıda Fransız bilimciyle tanışmıştı. Eski kuşak matematikçiler arasında yalnızca Legendre ona sıcak davrandı. Oysaki Abel'den biraz daha genç olan Dirichlet ve birkaç yaş büyük olan Raspail onu kendi arkadaş çevrelerine kattı. Paris'e yapmış olduğu gezinin pek de başarılı geçmediğini düşünen Abel Noel'den sonra Berlin'e döndü. Her zaman yardımcı olmaya

çalışan Crell nüfuzlu Humboldt'ların dikkatini bu genç Norveçli'ye çekmeye çalışmıştı. İlk önce Paris'te Alexander von Humboldt ve şimdi de Berlin'de kardeşi Wilhelm'le şansını denedi ama bundan bir sonuç elde edemedi.

O zamanki pek çok Alman entelektüeli gibi Ecole Polytechnique'ten hayli etkilenen Crelle Berlin'de bir Technische Hochschule* oluşturmaya çabalıyor ve ilk baştaki öğretim kadrosunda Abel'i düşünüyordu. Bu arada ödünç parayla yaşayan Abel, *Journal* için eliptik fonksiyonlara ilişkin olarak *Recherches sur les fonctions elliptiques* (Eliptik Fonksiyonlar Üzerine Araştırmalar) başlıklı önemli eserini yazıyordu. *Fonctions elliptiques* (Eliptik Fonksiyonlar) adlı eseri yeni çıkmış olan Legendre'a yazması üzerine Abel hayli coşkulu bir yanıt aldı. Ne var ki, ekimde Académie Royale des Sciences'a sunmuş olduğu incelemeden mektupta hiç bahsedilmiyordu.

Çok geçmeden Abel hastalandı. Belli ki bu yaşamına mal olacak veremin ilk işaretiydi. Yurtdışındaki iki yıllık eğitimini tamamlayarak Mayıs 1827'de nihayet Christiania'ya döndüğünde uygun bir iş olasılığı olmadığı gibi çok miktarda borç altına girdiğini gördü. Özel dersler vererek güçlükle geçiniyordu. Bu sıralarda kuramları da Fransa ve Almanya'da ilgi çekmeye başladı. Académie Royale des Sciences, İsveç ve Norveç kralına yazarak Abel'in sıra dışı yeteneğinin Kungliga Vetenskapsakademien tarafından takdir edilmesi talebinde bulundu. Abel bundan haberdar değildi ve zaten mektup herhangi bir sonuç doğurmadı. Abel yalnızca Trondheim'daki Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab üyeliğine seçildi. 1828'in başlarında Universitetet i Christiania'da geçici bir göreve getirilse de Universität Berlin'den Abel'den daha genç Jacobi adındaki bir *privatdozent*** eliptik fonksiyonlara ilişkin elde ettiği yeni sonuçları duyurduğunu öğrenince umutsuzluğa düştü. Jacobi hiçbir kanıt sunmadığı ve Abel'in çalışmasına değinmediği halde Abel bu sonuçların kendi kuramlarını takip ettiğini gördü.

Kötüye giden sağlığına karşın Jacobi'nin önünde olabilmek umuduyla Abel kuramlarını kaleme almaya devam etti. 1826'da

---

* Teknik Yüksekokul. (ç.n.)

** Kadrolu olmayan okutman. (ç.n.)

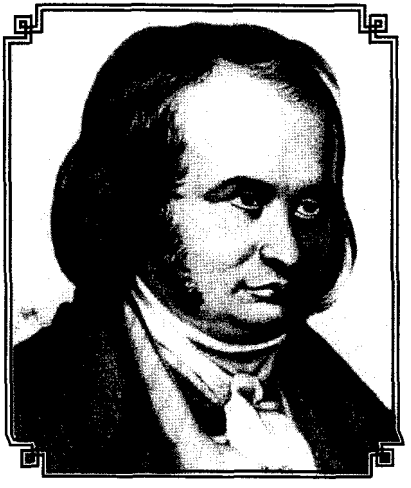
akademiye teslim ettiği incelemeye gelince Abel artık bu incelemenin kaybolmuş olduğundan korkuyordu. İncelemenin bir özetini *Journal*'da yayımlaması için Crelle'e gönderdi. Çok kısa bir süre sonra yaşadığı bir kanama sonrasında Abel'e verem teşhisi kondu ve Abel 6 Nisan 1829'da henüz yirmi altı yaşındayken yaşama veda etti. İki gün sonra Crelle'den Berlin'deki eğitim bakanlığının kendisine yeni Technische Hochschule'de Dirichlet, Jacobi ve Steiner'le birlikte çalışabileceği bir görev önerdiğini belirttiği mektup geldi. Mektup ne yazık ki çok geç gelmişti ve sonuçta yeni kuruma ilişkin planlar yıllar boyunca rafa kaldırıldı. Legendre'dan gelen itirazlara karşın Cauchy incelemeyle ilgili raporu hâlâ vermemişti ama bu çalışmanın özünün Crelle'in *Journal*'ında yayımlanacağını da öğrenmişti. İnceleme bir bütün olarak 1841'e dek yayımlanmadı.

Crelle *Journal*'da yazdığı kapsamlı anma yazısında şöyle diyordu:

> Abel'in tüm çalışmaları, yazarın gençliği göz önüne alınmasa dahi alışılmadık ve kimi zaman şaşırtıcı bir yaratıcılık etkisi ve düşünce gücü taşır. Karşısına çıkan engelleri problemin köklerine kadar inerek karşı konulmaz bir güçle delip geçme becerisine sahip olduğu söylenebilir; problemlere sıra dışı bir enerjiyle atılırdı; problemleri en üst seviyede kabul ederek mevcut durumlarından öylesine yükseğe süzülürdü ki tüm zorluklar zekâsının üstün saldırısı karşısında yok olmuş gibi görünürdü... Ancak Abel'e duyulan saygının ve kaybından duyulan sonsuz hüznün tek nedeni onun sahip olduğu büyük yetenek değildi. Kişiliğinin saflığı ve soyluluğuyla, ayrıca kendini, zekâsının olağanüstülüğü kadar saydırmasına neden olan az rastlanır mütevazılığıyla da diğerlerinden ayrılırdı.

Abel'in yazgısında belki de her durumda erken bir ölüm vardı. Hayli sakınımsız davrandığı kadar dikkat çekici biçimde talihsizdi. Norveçli yetkililer daha yapıcı olmadıkları gerekçesiyle suçlanırken benzer bir durum da incelemeye karşı tutumu nedeniyle Cauchy için geçerlidir. En nihayetinde eserin metni Floransa'da ortaya çıktı. Anlaşılan Sophie Germain'in yaşam öyküsünde kar-

şımıza çıkan sahtekâr Libri metni akademiden alarak buraya getirmişti. Abel Norveç'te ulusal bir kahramandır; doğumunun yüzüncü yılı geniş kapsamlı olarak kutlandı ve anısına çeşitli anıtlar dikildi. "Abel Bahçesi" adı verilen kraliyet sarayının bahçesinde bulunan Vigeland'ın yapmış olduğu büyüleyici anıt günümüz Oslo'sunda görülmesi gerekenlerin başında gelir. Abel'in bir dâhi olduğu konusunda hiçbir şüphe yok; böylesine erken bir yaşta ölmesi matematiğin gelişimi açısından son derece trajik bir olaydır.



Carl Jacobi (1804-1851)

Şimdi de dikkatimizi Abel'in genç rakibine çeviriyoruz. Carl Jacobi ileride değineceğimiz bir dizi büyük Yahudi matematikçinin ilkidir. Adı, geniş bir yelpazede sahip olduğu ilgi alanlarına işaret eden çeşitli matematiksel keşiflerle birlikte anılsa da en çok kendi eliptik fonksiyonlar kuramıyla bilinir. Daha az bilinmesine karşın belki de aynı derecede önemli olan bir başka yönü ise yenilikçi eğitim yöntemleridir. Bu yöntemler arasında soyut matematikte kendi geliştirdiği araştırma semineri özellikle önemlidir. Bozulan sağlığı meslek yaşantısına zamansız bir şekilde henüz kırk yaşına varmamışken son vermiştir.

Tam adıyla Carl Gustav Jacob Jacobi 10 Aralık 1804'te Preussischen Akademie der Wissenschaften'in bulunduğu Potsdam'da

dünyaya geldi. Babası Simon bankacıydı; kızlık soyadının Lehmann olması dışında annesine ilişkin pek fazla bilgiye rastlanmaz. Aile hem kültürlü hem de varlıklıydı. Carl'ın Moritz adında bir ağabeyi ile Eduard ve Therese adlarında iki küçük kardeşi vardı. Sonraki yıllarda Moritz Sen Petersburg'da ünlü bir doktor olurken Eduard, Simon Jacobi'nin yerine aile işinin başına geçti. Geleceğin matematikçisi on iki yaşına dek dayısından klasik eğitimi ve matematik dersleri aldı. Kısa zamanda bir dâhi olduğu anlaşıldı. 1816'da Potsdam'daki Viktoria-Gymnasium'a girdiğinde neredeyse hemen en üst sınıfa kadar yükseldi. Dört yıl sonra 1821'de klasik, tarih ve matematik alanlarında en yüksek notları alarak mezun olup Universität Berlin'e kabul edildi.

İlk iki yılında Jacobi'nin zamanı klasik, felsefe ve matematik alanları arasında geçiyordu. Daha sonra Gauss örneğini izleyerek o da filoloji eğitimi aldı. O dönem Alman üniversitelerindeki matematik eğitimi temel düzeyde olduğundan Jacobi çalışmalarını, okulda bulabildiği kadarıyla Euler, Lagrange ve diğerlerinin eserleri üzerinden matematik klasiklerini inceleyerek kendi başına sürdürdü. On dokuz yaşında *Oberlehre** yeterliliğini aldığında Jacobi'ye Berlin'deki itibarlı Joachimsthalsches Gymnasium'da öğretmenlik teklif edildi. Bu teklifi kabul etmeyerek üniversitede öğretim üyesi olmak için çabalamaya koyuldu.

Burada, Almanya'daki ve diğer bazı ülkelerdeki üniversite sistemine ilişkin bazı şeylerin belirtilmesi gerekiyor. Öğrenciler yalnızca tek bir sınava girerdi. Bu sınav ya bir meslek seçimi için gerekli olan sertifikayı almak ya da doktora çalışmasına girebilmek içindi. Bu sayede öğrenciler üniversiteler arasında dolaşarak dönemin önemli profesörlerini dinleyebilirlerdi. Bir öğrencinin felsefe doktorası alabilmesi için tez yazması ve bununla birlikte bazı şartları yerine getirmesi gerekirdi. Ancak bu tezin, bugünkü yüksek lisans tezlerinde olduğu gibi özgün bir araştırma içermesi beklenmezdi.

Meslek yaşantısındaki basamakları tırmanmak karmaşık ve uzun bir süreçti ve hâlâ da öyle. Teknik okuldan değil de üniver-

---

* Devlet öğretmenliği. (ç.n.)

siteden mezun olanların öğretmenlik yapma ve daha sonra profesör olma hakları vardı. Doktora derecesini aldıktan sonraki ilk basamak *privatdozent* ya da yetkili okutman olmaktı; hiçbir ücret ödenmiyor, yalnızca üniversitenin himayesi altında ders verme (*venia legendi*) ve derse gelen öğrencilerden belirli bir ücret toplama hakkı tanınıyordu. Bu aşamaya ulaşabilmek için aday *Habilitationsschrift* adında bu sefer özgün çalışmanın yer aldığı başka bir tez sunmak ve *Habilitationsvortrag* denen ve aday tarafından belirlenen bir listedeki konu başlıklarından seçilen deneme amaçlı bir ders vermek zorundaydı. Eğer bir *privatdozent* bu şekilde geçimini sağlayabiliyorsa bu düşük konumda istediği kadar devam edebilirdi ama hedefteki bir sonraki basamak doçentlik olarak tercüme edilebilecek *ausserordentliche professor* (Latincede *professor extraordinarius*) unvanıydı. Son basamak ise ücret ve konum itibariyle önemli bir gelişmenin elde edildiği, profesörlük şeklinde çevrilebilecek olan *ordentliche professor* (Latincede *professor ordinarius*) unvanıydı. Jacobi'nin yaşam öyküsüne geri dönersek, 1823'te kısmi kesirler üzerine bir doktora tezi yazdı ve Hıristiyanlığa geçtiği ertesi yıl *Habilitasyon*'unu da tamamladı. Jacobi o ana dek Yahudi kökeni nedeniyle herhangi bir olumsuzluk yaşamamış gibi görünüyor. Henüz yirmi yaşındayken *privatdozent* olan Jacobi üniversitedeki ilk dersini üç boyutlu uzayda eğri ve yüzeylerin analitik kuramı üzerine verdi. Belli ki dinleyiciler Jacobi'nin dersi veriş şeklindeki açıklık ve canlılıktan hayli etkilenmişlerdi. Yine de Berlin'de bir üst düzey görev elde etme şansı yok gibi görünüyordu. Bu nedenle Jacobi 1826'da Doğu Prusya'daki Königsberg'e gitti. Burada iş olasılığı daha yüksek görünüyordu. Matematik alanında güçlü bir geleneğe sahip olan ve Berlin'in aksine yetenekli birkaç meslektaşının bulunduğu bir üniversitede bir yıl içinde doçent ve beş yıl içinde de profesör oldu. Jacobi burada meslek yaşantısının en iyi dönemi olan on sekiz yıl boyunca kaldı.

Felix Klein'a göre Jacobi, herkese söyleyecek tatsız bir şeyler bulması nedeniyle Königsberg'deki öğretim kadrosunun kendisini kabul etmesi konusunda bazı sıkıntılarla karşılaştı. Patavatsızlığı ve alaycılığına rağmen çok iyi bir öğretmen olduğunu gösterdi. İn-

sanlar onu çok az şey bilen ve daha fazla öğrenmek isteyen biri olarak tanıdı. Derslerine matematikteki yeni düşünceleri de katarak öğrencilerinin onun araştırmalarını takip edebilmelerini sağladı. Heyecanı öylesine büyüktü ki bu araştırmalardan elde ettiği sonuçları çoğu zaman yayımlamaya zaman bulamıyordu. Beşeri bilimlerde araştırma seminerleri sık rastlanan bir uygulama olsa da soyut matematikteki ilk araştırma seminerine Jacobi öncülük etmişti.

Jacobi öğrencilik yıllarında aralarında Gauss ve Legendre'ın da olduğu matematikçilerle mektuplaşma alışkanlığı geliştirmişti. Toplu eserlerinde de yer alan Legendre'la yaptığı yazışmalar o günlerde araştırma alanında gerçekleşen gelişme haberlerinin nasıl yayıldığını göstermesi açısından özel bir yere sahiptir. İlk başlardaki mektuplar, Jacobi'nin de bazı eklemelerde bulunduğu Legendre'ın Abel integralleri üzerine yaptığı çalışmalara ilişkindi. Legendre bu eklemelerden etkilenince Jacobi onun cesaretlendirmesiyle konu üzerinde hızlı bir ilerleme kaydetti. Legendre'ın Gauss'a karşı özel bir kini olduğunu biliyoruz. Crelle'in 1828'de Gauss'tan eliptik fonksiyonlara ilişkin bir makale istemesi üzerine Gauss bu isteğe "Jacobi bu konuyu büyük bir bilgelik, anlayış ve zarafetle ele almıştı ve sanırım ben kendi araştırmamı yayımlama konusunda serbest kaldım," şeklinde yanıt verdi. Bunu öğrenen Legendre büyük bir kızgınlıkla Jacobi'ye yazdı: "Mösyö Gauss ne cüretle sizin teoremlerinizin (eliptik fonksiyonlar üzerine) büyük bir çoğunluğunu zaten bildiğini ve bunları henüz 1808'de keşfetmiş olduğunu söyler? Bu aşırı arsızlık, başkalarına ait keşifleri kendine mal etme ihtiyacı içinde olmayacak kadar erdeme sahip bir insan için inanılmazdır."

1829'un yazında yirmi beş yaşına gelmiş olan Jacobi yolda Gauss'a uğrayarak Paris'e gitti. Ziyaretinin amacı Legendre'ı görmenin yanı sıra Fourier, Poisson ve diğer önemli Fransız matematikçilerle ilişkiye geçmekti. Daha sonra Jacobi şu yorumu yapar: "Fourier bize, bana ve Abel'e, ısı iletimi üzerine çalışmayı seçmediğimiz için sitem etti. Fourier'nin matematiğin asıl amacının kamu yararına ve doğa olaylarını açıklamaya yönelik bir şeyler yapmak

olduğu düşüncesinde olduğu bir gerçek; ancak onun gibi bir filozofun bilimin tüm gayesinin insan ruhunun onuru olduğunu ve bu bakış açısıyla sayılar kuramındaki bir problemin güneş sistemiyle ilgili bir problem kadar değerli olduğunu bilmesi gerekir." Jacobi'nin Paris'te ilişkiye geçtiği kişilerden biri de hakkındaki bilgileri daha sonra göreceğimiz Charles Hermite'ti.

1831'de Jacobi, riskli yatırımlar sonucunda servetini kaybetmiş bir işadamının kızı Marie Schwink'le evlendi. Ertesi yıl ise Jacobi'nin babası öldü. Bir zamanlar Jacobi'nin babası varlıklı biri olsa da baş gösteren ciddi mali sıkıntılar zaten çok çalışan Jacobi'nin bu sıkıntılarla uğraşırken yaşadığı stres nedeniyle bir süreliğine ruhsal çöküntüye girmesine neden oldu. Jacobi, British Association for the Advancement of Science'ın 1842'deki yıllık toplantısındaki temsilciler kuruluna dahil oldu ve dönüş yolunda Académie Royale des Sciences'da bir seminer verdi. Bu yaşam öyküsünde kullanılan portre Jacobi'nin otuzlu yaşlarını sürdürdüğü bu döneme aittir.

Kısa bir süre sonra Jacobi şeker hastalığına bağlı olarak ağır bir şekilde rahatsızlandı ve doktor tavsiyesi gereğince bir yıllığına hastalık iznine ayrıldı. Dirichlet arkadaşı ve meslektaşı için Alexander von Humboldt'un da yardımıyla Prusya devletinden bir aylık ayarlanmasını sağladı. Jacobi bu para sayesinde bir dönem İtalya'da kaldı. Dirichlet'in de dahil olduğu önemli bazı matematikçilerin bir araya geldiği Roma'da geçen uzun ve hoş bir nekahet döneminin ardından Jacobi 1844'te Almanya'ya döndü. Königsberg'deki daha sert iklimin sağlığını kötü etkileyeceği endişesiyle Berlin'e taşınmaya karar verdi. Preussischen Akademie der Wissenschaften'e seçildiğinden bir zorunluluk olmasa da üniversitede ders verme hakkına sahipti ama kötü sağlık koşullarından dolayı üniversitede nadiren ders verdi. Burada analitik mekanik üzerine verdiği bir derste Lagrange'ın *Méchanique analitique* adlı eseri konusunda öğrencilerini uyardı: "İçindeki kimi bilgiler tam kanıtlara dayanmak yerine daha çok doğaüstü bir nitelikte olduğundan çok dikkatli olmanız gereken bir kitaptır. Kandırılmak ya da –gerçekte– kanıtlanmamış bir şeyin kanıtlandığı yönünde açıklaması zor bir düşünceye kapılmak istemiyorsanız bu kitaba ihtiyatlı yaklaşın."

Jacobi vatansever olsa da 1848'de politik bir toplantıda dikkatsizce yaptığı konuşma hükümetin ona şüpheyle bakmasına yol açtı. Bunun sonucunda devletin verdiği aylık bir süreliğine askıya alındı ve üniversiteye daha bağlı hale gelen çalışmaları eğitim bakanlığınca engellendi. Maddi sıkıntılar ailenin başkentte kurduğu düzenden vazgeçmesi anlamına geliyordu. Karısı ve çocukları yaşamın daha ucuz olduğu Gotha adındaki küçük bir kasabaya yerleşirken Jacobi şehirdeki bir otelde kalmaya başladı. 1849'un sonlarına doğru Viyana'dan profesörlük teklifi aldı. Bu teklifi kabul etmesi üzerine bakanlık nihayet Prusya'nın çok önemli bir bilimciyi kaybetmek üzere olduğunu anlayarak Jacobi'yi kalması yönünde ikna etti. Ancak 1851'in başlarında ailesini ziyarete gittiğinde önce gribe daha sonra da çiçek hastalığına yakalandı ve bu hastalık 18 Şubat 1851'de onu ölüme kadar götürdü. Jacobi yaşamını yitirdiğinde kırk altı yaşındaydı. Ardında bir eş, beş erkek ve üç kız çocuğu bıraktı.

Preussischen Akademie der Wissenschaften'de anısına yapılan konuşmada Dirichlet, Jacobi'nin Lagrange'dan sonra gelen en büyük akademi üyesi olduğunu belirtti. Jacobi determinant kuramı, sayılar kuramı, dinamikte karşılaşılan kısmi diferansiyel denklemler, üç cisim problemi gibi çok çeşitli konulara katkıda bulunmuş olsa da en çok eliptik fonksiyonlar üzerine yaptığı çalışmalarla hatırlanır. Bu alanda, gördüğümüz gibi Abel'le rekabet halindeydi ama teta fonksiyonunu temel olarak almasıyla Abel'den ayrılıyordu. Abel'in düşüncelerinden onun yaşamı boyunca uygun bir gönderme yapmadan yararlanmışsa da daha sonra bu düşüncelerin daha iyi tanınması için özverili bir biçimde çabalamıştır. 1829'da eliptik fonksiyonlara ilişkin hem Abel'in hem de kendi kuramını sistematik bir şekilde düzenleyen "Fundamenta nova theoriae functionum ellipticarum" (Eliptik Fonksiyonlar Kuramının Yeni Temelleri) adında bir inceleme yayımladı. Eliptik fonksiyonlar kuramının tarihçesine ilişkin şimdiye dek çok fazla şey yazıldı. Bunlardan çıkan ortak sonuç ise Abel'in Jacobi'den birkaç yıl önde olduğu ve Gauss'un da kuramın özünü çok daha önceden keşfetmiş olduğudur.

Felix Klein'ın on dokuzuncu yüzyılda matematiğin gelişimine ilişkin kaleme aldığı raporda Jacobi için yazdıkları ilginçtir:

> Abel'den daha az derinlikli ve özgün ama ona göre çok daha yönlü biri olan Jacobi yalnızca saf bilimsel bilgiye ulaşma dürtüsüne değil aynı zamanda bu bilgiyi başkalarına ulaştırma arzusuna sahipti. Diğer insanları harekete geçirme dürtüsü kendini bir yanda parlak bir pedagojik yetenekte bir yandan da kişiliğini belirleyen kimi zaman nezaketsizliğe varan kesin bir kararlılıkta gösteriyordu. Pek hoşlanılmayan ve çoğunlukla korkulan bir alaycı anlayışa eşlik eden parlak zekâsının keskinliği ve çok yönlülüğü, sık sık bunları dikkatsizce kullanmaya tahrik edilse de bitip tükenmez çarpışmalarında onun en etkili silahları olurdu.

Jacobi Euler'le karşılaştırılabilir. Şüphesiz Euler çok daha geniş bir yelpazede çalışmalar yapıyordu ama her ikisi de çok üretken yazarlar ve yorulmak bilmez hesap adamlarıydı. Jacobi'nin bu büyük öncülünün çalışmalarıyla yakından ilgilenmesi ve bazıları yayımlanmamış ciltler dolusu malzemeyi toplu basımı için düzenlemek adına ayrıntılı planlar çizmesi şaşırtıcı değildir. Ne yazık ki o zamanlar bunu ancak çok küçük ölçekte yapmak mümkündü. Euler'in toplu eserlerinin basımına 1911'de başlandı ve bugün hâlâ tamamlanmış değildir.

Lejeune Dirichlet (1805-1859)

Lejeune Dirichlet'in zihninden yaptığı asgari hesaplamalar ve azami anlama yeteneğiyle problemlerin üstesinden gelme konusunda mükemmelliğe ulaştığı söylenir. Universität Berlin, matematik alanında duyurduğu ismini onun liderliği döneminde oluşturmaya başlamıştır. Meslek yaşantısının yetişme aşamasında Paris'te çalışmış olduğundan Fransız ve Alman matematikçiler arasında önemli bir bağ kurmuştur. Yaşam boyu arkadaşı olmuş Jacobi'yle pek çok yönden güçlü bir tezat oluşturur.

Duren, Rhineland bölgesinde Aachen yakınlarında bulunan bir kasabadır. Günümüzde Almanya sınırları içinde kalsa da on dokuzuncu yüzyılın başlarında Fransız İmparatorluğu'nun bir parçasıy-

dı. Duren postane müdürünün oğlu Gustav Peter Lejeune Dirichlet 13 Şubat 1805'te burada dünyaya geldi; Dirichlet kendini her zaman Fransızdan çok Alman olarak görür, ilk iki adını çok ender kullanırdı. On iki yaşına geldiğinde alışılmadık derecede dikkatli ve uslu, tarih ve matematikle yakından ilgilenen bir öğrenci olduğunun söylendiği Bonn Gymnasium'una girdi.

Bonn'da geçirdiği iki yılın ardından ailesi Dirichlet'i Köln'deki bir Cizvit okuluna göndermeye karar verdi. Ailesi onun hukuk okumasını istiyorsa da o çoktan matematiği seçmişti. Köln'deki öğretmenlerinden biri de ona kuramsal fizik alanında kapsamlı bir temel veren Ohm'du. Dirichlet'in de farkında olduğu gibi o zaman Almanya üniversitelerindeki soyut matematik eğitim standardı çok düşüktü. Almanya'daki tek göze çarpan matematikçi müthiş insan Gauss'tu. Ancak Paris'te Fourier, Laplace, Legendre, Poisson ve daha pek çok matematikçi olduğunu duyuyordu. On altı yaşında *Abitur*'u (bitirme sınavı) geçtikten sonra genç adam eğitimine Paris'te devam etme kararı aldı.

Paris'e 1822 Mayıs'ında varan Dirichlet, Sorbonne ve Collège de France'ta derslere girmeye başladı. Ertesi yaz şansı yaver gidince General Maximilien Fay'in çocuklarına öğretmenlik yaptığı iyi ücretli ve güzel bir iş buldu. Fay, Temsilciler Meclisi'ndeki liberal muhalefetin liderliğini yapmış bir Napoléon dönemi savaşları kahramanıydı. Kendisine aileden biriymiş gibi davranılan Dirichlet General Fay aracılığıyla Fransız entelektüel yaşamının pek çok ünlü kişisiyle tanıştı. Bu kişiler arasında Dirichlet'in trigonometrik seriler ve matematiksel fizik alanında daha sonra gerçekleştireceği çalışmalar üzerinde büyük bir etkisi olacak Fourier de bulunuyordu.

Oysa Dirichlet, matematikte ilk olarak sayılar kuramıyla ilgilendi. Bu ilgi, yayımlanmasının ardından yirmi yıldan fazla bir süre geçmiş olmasına karşın matematikçiler tarafından hâlâ tam olarak anlaşılamamış olan Gauss'un ilk dönem eserlerinden *Disquisitiones*'uyla ortaya çıktı. Haziran 1825'te diyofant denklemleri üzerine olan ilk araştırma makalesini Académie Royale des Sciences'a sundu. General Fay'in 1825'teki ölümünün ardından Dirichlet meslek yaşantısını

Almanya'da sürdürmeye karar verdiğinde bilgin dostu Alexander von Humboldt bu kararına kuvvetli bir şekilde arka çıktı. Universität Breslau'da* *privatdozent*'lik verildi; bu konum için gerekli olan doktora derecesine sahip olmadığından kendisine Universität zu Köln tarafından bir *honoris causa*** verildi. Yazdığı *Habilitationsschrift*, asal bölenleri özel aritmetik serilere ait olan polinomlarla ilgiliydi. Bu dönemdeki ikinci bir makale Gauss'un bikuadratik karşılıklılık yasasına ilişkin tebliğlerinden esinlenmişti.

Dirichlet Universität Breslau'da doçentliğe getirilse de kısa bir süre sonra annesine yazdığı mektupta "Buranın bilimsel açıdan bana sunabileceği çok az şey olduğundan Berlin'e nakledilmemi sağlayabilmek adına tüm imkânlarımı seferber edeceğim," diyordu. Gauss'un ona destek vermesini istedi; Gauss ona şöyle yazdı: "Benim her zaman en sevdiğim çalışma alanı olan ancak peşinden çok az gidebildiğim matematiğin bu dalına (sayılar kuramı) gösterdiğiniz bu büyük bağlılık beni fazlasıyla memnun etmektedir. Zamanınızı yönetmek ve çalışmak istediğiniz konuyu seçmek konusunda kontrolün mümkün olduğunca sizin ellerinizde olacağı bir durumda bulunmanızı yürekten dilerim. *Disquisitiones*'umun çıkmasının hemen ardından başka diğer işler ve daha sonra da benim dışımda gelişen bazı olaylar, eğilimlerimi istediğim ölçüde takip etmemi engelledi."

Dirichlet'in Berlin'e naklolma çabaları Berlin'deki doğa bilimleri çalışmalarını güçlendirmek için çabalayan Alexander von Humboldt'un desteği sayesinde başarıya ulaştı. Preussische Kriegsakademie'de öğretmenlik görevine getirildi. Üniversitede akademik basamakları tırmanırken de bu konumunu korudu. Dirichlet burada da basamakların en altından, yalnızca *privatdozent* olarak başlamış, üç yıl içinde doçent ve 1839'a gelinmeden de profesör olmuştu. 1831'de Preussischen Akademie der Wissenschaften üyeliğine seçildi. Aynı yıl felsefeci Moses Mendelssohn'un torunu ve besteci Felix Mendelssohn'un kız kardeşi Rebecca-Mendelssohn-Bartholdy'yle evlendi.

---

* Bugünkü Uniwersytet Wroclawski. (ç.n.)

** Onursal derece. (ç.n.)

1800'lü yıllardan önce Almanya'da üniversite öğrencileri hukuk, ilahiyat ya da tıp alanında uzmanlaşmalarının ardından sosyal bilim dersleri alırdı. Gördüğümüz gibi önemli matematikçiler üniversitelerle değil Preussischen Akademie der Wissenschaften'le ilişki içindeydi. Ne var ki Prusya, Napoléon dönemi savaşlarının ardından topraklarının önemli bir kısmını kaybedince kral, ülkesinden fiziksel olarak kaybettiklerinin yerini akıl yoluyla doldurmasını istedi. Bunu takip eden yoğun reform hareketi sırasında 1810'da Universität Berlin, Prusya'nın "merkezi üniversitesi" olarak kapılarını açtı. Alexander von Humboldt'un ağabeyi Wilhelm, bu gelişmelerin ardındaki itici güçtü. Profesörlerin istedikleri herhangi bir konuda ders verebilmelerini ve öğrencilerin tercih ettikleri herhangi bir dersi alabilmelerini sağlayan radikal düşünceleri ortaya attı. Dönemin diğer Alman üniversitelerinde olduğu gibi Berlin'in de genç adamları mesleklerine ve kamu hizmetine hazırlaması bekleniyordu ama bir yandan da özgün bilgi ve araştırmanın önemi üzerinde yoğun bir şekilde duruluyordu. Bunun yanında bilimcilerin de dahil olduğu felsefe bölümüne diğer bölümlerle eşit derecede önem veriliyordu. Berlin'de profesör olabilmek için en azından doktora derecesine sahip olmak gerekiyordu ve bilimciler için bu derecenin anlamı felsefe doktorluğuydu. Bu reformlar Almanya çapında yeni kurulan ya da yeniden kurulan tüm üniversitelere yayıldı. Aynı zamanda okullarda klasik eğitime verilen aşırı önemden vazgeçilerek yeni oluşturulan ortaokul sisteminde bilime hazırlık olarak görülen matematik, öğretim programının önemli bir parçası haline geldi.

Berlin'de de akademinin güçlü matematik geleneği üniversite, askeri akademi ve diğer kurumlarda bu konuya verilen öneme yansıdı. Dirichlet geldiğinde üniversite henüz on sekiz yıllıktı. Paris'ten gelmiş biri olarak matematik çalışmalarının içeriğinin sınavları geliştirerek, yeni öğretim yöntemleri yürürlüğe koyarak ve araştırmanın uç noktası olmak için çabalayarak modernize edilmesi gerektiğini gördü. Bu çabalarında ona Jacobi, Joachimsthal, Kummer, Steiner ve Weierstrass gibi isimler eşlik etti. Yine bu sıralarda Crelle de *Journal*'ini çıkarmaya başlamıştı.

Yetenekli genç matematikçiler araştırmalarını bu dergide yayımlayabilirdi. Çok geçmeden Berlin, matematik alanında Paris'in rakibi haline geldi.

Berlin'de profesörlük yaptığı yirmi yedi yıl boyunca Dirichlet dersleri, çok sayıda öğrencisi ve yazıp yayımladığı bir dizi önemli bilimsel makale aracılığıyla Almanya'da matematiğin gelişiminde çok güçlü bir etki yaptı. Kendini her zaman açık bir biçimde ifade eden mükemmel bir öğretmendi. Bildiğimiz gibi Dirichlet ile Jacobi yakın arkadaşlardı ve birbirlerinin çalışmaları üzerinde özellikle de sayılar kuramına ilişkin olanlarda birbirlerini etkilediler. Jacobi 1843'te Roma'da nekahet dönemindeyken Dirichlet onun yanına geldi. Floransa'ya geçerek Almanya'ya dönmeden önce on sekiz ayını bu ülkede geçirmişti.

Dirichlet'in Fermat'nın denklemine ilişkin ilk makalesi Legendre'dan esinlenmişti. Berlin'deki ilk yıllarında ortaya koyduğu sayılar kuramı üzerine makaleleri de açık bir şekilde Gauss'tan, özellikle de onun *Disquisitiones* adlı eserinden etkilenmişti. Bu makalelerden bazıları yalnızca Gauss'un kanıtlarının geliştirilmesi ve bunların sunulmasından ibaret olsa da zamanla Dirichlet kuramın derinliklerine dalmaya başladı. Daha sonra Kummer şöyle yazacaktı:

> Bu kitap onun (Dirichlet) tüm matematik eğitimi ve gelişiminde Paris'te yapmış olduğu çalışmalardan çok daha fazla bir etkiye sahipti. Kitabı baştan sona yalnızca bir ya da birkaç kez okumak şöyle dursun tüm yaşamı boyunca kitapta bulunan derin matematiksel düşünce zenginliğini hiç durmadan tekrar tekrar inceledi. Bu nedenle kitap hiç raflarda durmazdı, her zaman çalıştığı masanın üzerinde yer alırdı. O zaman için yayımlanmasının ardından geçen yirmi yıldan fazla süre içinde bu eserin tamamını incelemiş ve bütünüyle anlamış hâlâ hayatta olan hiçbir kimsenin bulunmaması göz önüne alındığında insan, onun bu sıra dışı eseri incelemek için harcamış olduğu emek konusunda bir fikir sahibi olabilir... Dirichlet yalnızca bu eseri tamamıyla anlamış ilk kişi değildir, aynı zamanda çalışmaya başkalarının da ulaşmasını sağlamıştır. Bunu yaparken, ardında gizli derin düşüncelerin yattığı katı yöntemleri akıcı ve şeffaf hale getirmiş, kanıtların mutlaklığından en ufak bir şekilde taviz vermeden esas noktaların pek çoğunun yerine daha

basit ve genel şeyler koymuştur. Aynı zamanda bu eserin ötesine geçen ilk kişi olmuş, sayılar kuramının büyük hazinelerini ve daha da derinlerinde yatan sırlarını ortaya çıkarmıştır.

Akademinin 1837'deki bir toplantısında Dirichlet, herhangi bir aritmetik dizide (bariz istisnalar dışında) sonsuz sayıda asal sayı bulunmalıdır şeklindeki temel teoreminin yer aldığı analitik sayılar kuramı üzerine ilk incelemesini sundu. Makaleden de anlaşılabileceği gibi Dirichlet'in sürekli olarak, asal çarpanlara ayırmanın tekliğine dayanmayan genel bir sayılar kuramının peşinde olduğu açıktır.

Bu temel nitelikteki makalelerinden sonra Dirichlet sayılar kuramına ilişkin çalışmalarına daha az önem vermeye başlayarak analiz ve uygulamalı matematiğe yöneldi. Örneğin trigonometrik serilerle, özellikle de bu serilerin sürekli ve sürekli olmayan fonksiyonları temsil edebilme özellikleriyle ilgilenmeye başladı. Bu serilerin yakınsaması 1823'te Cauchy tarafından incelenmişti. Bundan birkaç yıl sonra Dirichlet, Cauchy'nin çalışmasını sert bir dille eleştirdi. Akıl yürütmenin geçersiz olduğunu ve sonuçların, yakınsadığı gösterilen bazı serileri hiçbir durumda kapsamadığını öne sürüyordu. Dirichlet'in bu üstün yaklaşımı trigonometrik serilerin yakınsaması ya da toplanmasıyla ilgili daha sonra yapılan pek çok araştırmaya dayanak oldu. Bu çalışmada, kavrama sezgisel bir süreklilik anlayışı eşlik etse de ilk kez olarak fonksiyonun modern tanımını görürüz. Jacobi'nin sözleriyle: "Bunun ne kadar eksiksiz bir kanıt olduğunu ne ben, ne Cauchy, ne de Gauss biliyorduk. Bunu yalnızca Dirichlet görmüştü. Aslında biz ilk olarak ondan öğrendik. Gauss bir şey ispatladığını söylediğinde bu çok açıktır; Cauchy söylerse insan bunun aleyhinde ya da lehinde bahse girebilir; bunu söyleyen Dirichlet ise işte bu kesindir."

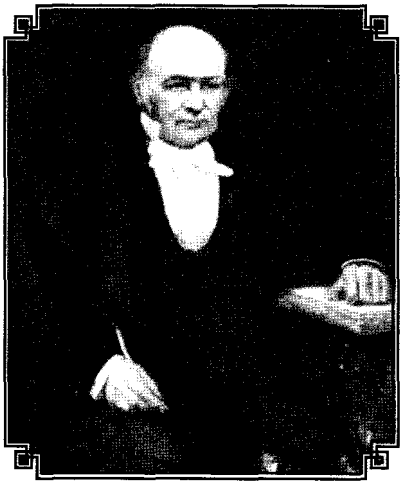
Günlük yazarı Hirst 1853'te kırklı yaşlarının sonlarındaki Dirichlet'i Berlin'de ziyaret etti. Onu sırık gibi hayli uzun boylu, aklaşmaya başlayan bıyık ve sakala sahip, huysuzca bir sesi olan ve neredeyse sağır biri olarak tasvir etmişti. Daha sonra Hirst onun derslerinden birine de katıldı:

> Dirichlet verdiği dersin zenginliği ve konuya ilişkin sahip olduğu berrak görüş açısından aşılamaz biridir. Bir konuşmacı olarak doğal üstünlüklere sahip değildir –konuşması kesinlikle akıcı değil ancak duru bakışı ve anlayışı bunu gereksiz kılar. Dikkat etmezseniz duraksayarak konuştuğunun farkına bile varmazsınız. Ondaki asıl gariplik dinleyicilerini görmüyor oluşudur. Sırtı bize dönük olarak kullandığı tahtayla bir işi olmadığında yüzü bize dönük olarak kürsüde oturur, gözlüklerini alnına kaldırır, başını iki elinin arasına alarak gözlerini elleriyle tamamen örtmediği durumlarda genellikle kapatır. Hiç not kullanmaz. Ellerinin içindeki hayali hesaplamalara bakarak bunları bize okur ve sanki bizler de orada yazılanları görmüşçesine her şeyi anlarız. Bu tür bir ders verme benim çok hoşuma gidiyor.

Gauss 1855'te yaşamını yitirdiğinde Georg-August –uzun dönemdir Geheimrat'ın bilimsel ününün keyfini sürüyordu– bu büyük şöhretin ardılı olacak kişiyi bulma konusunda endişeliydi. Bu konum için adı geçen Riemann'dan vazgeçilerek karar Dirichlet'ten yana alındı. Dirichlet'in Berlin'de üniversitedeki orta derecedeki konumuna bağlı olarak sürdürdüğü eğitim görevleri hep zahmetli olmuştu. Askeri akademideki görevleri ise ağır ve bilimsel açıdan çekici değildi. Öğrencisi Kronecker'e bir mektubunda haftada on üç ders vermesi ve peşinden koşması gereken diğer görevleri nedeniyle yazışma yapmak için zaman bulamadığını söylemişti. Bu nedenle Göttingen'den kürsü teklifi geldiğinde Dirichlet, askeri akademideki çalışma yükünün hafifletilmesi yoluyla bir rahatlama sağlanmaması durumunda bu teklifi kabul edeceği yönünde Prusyalı yetkilileri uyardı. Anlaşılan bu tehdidi çok ciddiye almadılar. Eğitim Bakanlığı, ders yükünü azaltma ve Berlin'deki ücretini artırma teklifini yaptığında her şey için çok geçti.

Dirichlet 1855'in sonbaharında Göttingen'e taşındı. Burada bahçeli bir ev satın alarak bu antik kasabadaki büyük üniversitenin akışını belirlediği nispeten sakin yaşamın tadını çıkarmak üzere buraya yerleşti. Birkaç yetenekli öğrencisi oldu ve araştırmaya ayırdığı zamanın artmasının tadını çıkardı. Bu son dönemindeki çalışmalarında mekanik problemlerine odaklanarak eski öğrencisi Kronecker'e bu problemlerle uğraşmak için tamamen yeni bir genel yöntem bulduğunu aktardı. Yönteminin ne olduğu bilinmi-

yor çünkü Dirichlet yaşamının son birkaç ayındaydı ve kendini Gauss'un anısına bir bilimsel inceleme hazırlamaya adamıştı. 1858'in yazında Montreux'deki Cenevre Gölü'nde tatildeyken kalp krizi geçirdi, Göttingen'e büyük güçlükle dönebildi. Kısa bir süre sonra karısı Rebecca geçirdiği felç sonrasında öldü. Lejeune Dirichlet de eşinin ardından 5 Mayıs 1859'da elli dört yaşında yaşamını yitirdi.



William Rowan Hamilton (1805-1865)

Şimdi, William Rowan Hamilton'ın çağdaşlarının bazılarınca entelektüel gücü açısından Isaac Newton'a yaklaştığını düşündükleri ülkeye, İrlanda'ya gidiyoruz. Hamilton dinamik ve optiğin anlaşılmasında önemli katkılarda bulundu, dördeyler buluşunu gerçekleştirdi ve çizge kuramında "ikozyen analizi" adını verdiği şeyi geliştirdi. Bu kitaptaki seçkide onun gibi başka biri yok. Çeşitli nedenlerden dolayı yarattığı etki yeteri kadar büyük olmadı; özellikle bir İrlanda matematik ekolü kurmak için çabalamadı.

Ateşli bir İrlanda milliyetçisi olan Archibald Hamilton Rowan adına çalışan bir avukat olan Archibald Hamilton Dublin'de yaşıyordu. Karısı Sarah Hutton gibi o da İskoç atalara sahipti. 1805

yılının 3 Ağustos'unu 4 Ağustos'a bağlayan gece yarısı, geleceğin matematikçisi olan tek oğulları William dünyaya geldi. William, muhtemelen babasının mali durumunun kötülemiş olması nedeniyle üç yaşında Dublin'in altmış kilometre kuzeybatısındaki sakin Trim kasabasında yaşayan amcası Rahip James Hamilton'ın yanına gönderildi. Amcası Dublin'deki Trinity College'dan klasik eğitimi alarak mezun olmuştu. Aynı zamanda kasabadaki Anglikan Kilisesi'nden de sorumluydu ve yaşamının sonuna dek de bu görevi devam ettirdi. Evi, Boyne Nehri'nin yakınlarında, olağanüstü güzellikteki ortaçağ kalıntıları arasındaydı. Siyasi olarak Tory* yanlısı, İrlanda'yı Birleşik Krallık'ın bir parçası yapan Birleşme Yasası ve Protestan hâkimiyetini destekleyen biriydi. Çocukluk yıllarında William'ın anne ve babasıyla pek ilişkisi olmadı. Dört kız kardeşi ara sıra onun yanına Trim'e gelirdi. Ailenin her iki tarafında da onun gelişimiyle yakından ilgilenen insanlar vardı. Annesi 1817'de öldüğünde babası yeniden evlendi. Kısa bir süre sonra o da yaşamını yitirdi.

Küçük William Trim'e gelir gelmez eğitimine başladı, kısa sürede harika çocuk olduğu anlaşıldı. Amcası onun uygun bir zamanda Trinity College'a gitmesini istiyor, bu konuda onu sürekli cesaretlendiriyordu. Harika çocuklar dil alanında, matematik ya da müzikte üstün olma eğilimindedirler; William'ın müziğe karşı hiç yeteneği yoktu ama çok kolay dil öğreniyordu ve on yaşına geldiğinde Latince, Yunanca ve İbranice gibi klasik dillerin yanı sıra bazı modern Avrupa dilleriyle birlikte yüzeysel olarak bazı Doğu dillerini de (anlaşılan babası onun The East India Company'de bir iş sahibi olabileceğini düşünüyordu) konuşuyordu. Hesap yapma konusunda sahip olduğu üstün yeteneğini yaşamının sonuna dek korudu. On üç yaşında Euler'in çalışmalarıyla başladığı ciddi matematik eğitimine Newton ve Laplace'ın eserlerini okuyarak devam etti.

1824'te on dokuz yaşındaki Hamilton Trinity College'a girerek aynı yıl içinde Laplace'ın çalışmasındaki küçük bir hatayı dü-

---

* Büyük Britanya'da on yedi ile on dokuzuncu yüzyıllar arasında faaliyet göstermiş siyasi parti. Bugünkü Muhafazakâr Parti'nin öncülü olarak kabul edilir. (ç.n.)

zelten bir not yayımladı. Neyse ki, okuldaki matematik öğretim programı çok yakın bir zamanda yeniden düzenlenmiş, belli bir noktaya kadar Ecole Polytechnique'te öğretilenler temel alınmıştı. Trinity'de geçirdiği dört yıl boyunca Hamilton, girdiği tüm sınavlarda rakiplerini ulaşılmaz biçimde geride bıraktı. Okul, çalışmalarından dolayı onu iki ayrı *optime*'de* ödüllendirdi. Bu onur öylesine ender rastlanan bir şeydi ki hiçbir *optime* yirmi yıllık süre içinde bu ödüle layık görülmemişti.

Henüz öğrenci olan Hamilton optik konusunda bir bilimsel inceleme olmasını planladığı çalışmasının ilk kısmını yayımladı. Royal Irish Academy'ye sunduğu bu makale yansıma ve kırınım sonucunda oluşan ışık örüntülerine ilişkindi. Hamilton ışığın en az eylemde bulunacağı yoldan gideceğini göstererek bu yolu matematiksel olarak ifade etmek için cebirsel fonksiyonları kullandı. Makale önce reddedilse de ertesi yıl gözden geçirerek düzelttiği hali kabul edilerek "The Theory of Systems of Ray" (Işın Sistemleri Kuramı) başlığıyla akademi tarafından yayımlandı. Bu çalışma, adının duyulmasını ve sonraki on yıl boyunca araştırma alanının belli olmasını sağladı. Bazı açılardan Hamilton Monge'un öğrencisi Etienne Malus'tan etkilenmişti. Makalesinin daha sonraki biçimleri de bu gerçeği zaten teslim eder. Monge'un Hamilton'ın bu dönemdeki çalışmaları üzerindeki etkisi çok belirgindir. İlginç bir biçimde makale Gauss'un içkin diferansiyel geometrinin gelişimini başlatan *Disquisitiones generales circa superficies curvas* (Eğri Altında Kalan Alanlarla İlgili Genel Tartışmalar) adlı eseriyle neredeyse aynı zamanda yayımlanmıştı. Hamilton'ın düşüncelerinin Gauss'unkilerle pek çok ortak noktası vardır.

Bu noktada Hamilton okula geldiğinden beri en büyük emeli olan öğretim üyeliği sınavına girebilirdi. Ne var ki, Trinity öğretim üyelerinin rahip olması ve en azından teoride bekâr kalması gerekiyordu. Üstüne üstlük bu görev, ders verme ve okulun yönetim işlerine katılma zorunluluğunu da beraberinde getiriyordu. Öğretim üyelerinin hayli ağır olan ders verme yükümlülüğü araştırma

---

* İkinci ve üçüncü sınıf matematik dersleri ve bu dersleri başarıyla veren öğrenci. (ç.n.)

yapmak için geriye çok az zaman bırakıyordu. Neyse ki başka bir olasılık doğdu.

1827'de Trinity'de astronomi kürsüsü boşalınca Hamilton'dan bu göreve başvurması istendi. Geleceğin "Kraliyet astronomcusu" olacak George Biddell Airy bu görev için çok daha uygun olsa da teklif edilen düşük ücret nedeniyle bu göreve başvurmadı. Yaşına ve deneyimsizliğine karşın Hamilton astronomi bölümüne Andrews kürsüsü profesörü olarak getirildi. Böylece henüz derecesini almamışken *ex officio** İrlanda kraliyet astronomu ve Dunsink Onservatory'nin yöneticisi oldu. Hamilton yaşamının sonuna dek astronomluk ve gözlemevi yöneticiliği görevlerini sürdürdü. Gözlemevine yerleşen Hamilton uygulamada hiçbir zaman başarılı bir astronom olamadı. Birkaç yılın ardından matematik alanına yoğunlaşmak üzere uygulamalı işlerden vazgeçti.

Yeni sorumluluklarının başına geçmeden önce Hamilton, İskoç mühendis ve kadastrocu Alexander Nimmo'yla birlikte İngiltere'ye ilk ziyaretini gerçekleştirdi. Güzergâhları üzerinde şair William Wordsworth'le birlikte çay içtikleri Lake District** vardı. Wordsworth onları Southey'le*** tanıştırdı. Hamilton, ondan önce Cauchy ve daha sonra Sylvester'ın de yaptığı gibi kendisini bir şair olarak görüyordu. Ziyaretinin ardından Wordsworth'e şiirlerinden örnekler gönderdi. Wordsworth, dizelerin "gerçek şiirsel bir ruhla canlandığını" ve "açıkça güçlü duyguların ürünü" olduğunu söyledi. Yine de duyguların iyi bir şiir için tek başına yeterli olmadığını belirtti. "Mantıklı üniversite öğretim üyesinin, genç ve deneyimsiz bir yazar ya da eleştirmenin her zaman hayal ettiğine oranla şiirle ilgili yapacağı çok daha fazla şey var." Hamilton bu incelikli eleştiri sonrasında keyfini hiç bozmadı. Yaşamı boyunca edebiyat çevrelerinin içinde yer aldı. Dublin yakınlarında yaşayan romancı Maria Edgeworth'le yakın arkadaş oldu ve onun aracılığıyla başka yazarlarla tanıştı. Bu yazarlardan biri de Kantçı felsefi görüşlerini çekici bulduğu Samuel Taylor Coleridge'ti.

---

* Görevi gereği. (ç.n.)

** Göller Bölgesi olarak bilinen, İngiltere'nin kuzeybatısındaki dağlık kesim. (ç.n.)

*** Şair Robert Southey. Southey, William Wordsworth ve Samuel Taylor Coleridge'le birlikte on dokuzuncu yüzyılda yaşamış ve "göl şairleri" olarak anılmışlardır. (ç.n.)

Hamilton'ın büyük matematik çalışmaları arasında en önemlisi *The General Method in Dynamics* (Dinamikte Genel Bir Yöntem Üzerine) adlı eseridir; aynı zamanda üzerinde en az çalıştığı eserdir. Eser Hamilton'ın büyük bir kuramı neredeyse benzersiz bir genellik ve soyutlamayla kısa sürede ortaya çıkarma becerisini de açıkça göstermişti. Eser doğrudan *Theory of Systems of Rays* adlı kitabından beslenmiş olsa da ikinci kitaptaki kuramın analitik mekanikten kaynaklandığı da gözden kaçmamalıdır. Lagrange A noktasından B noktasına giden bir ışık ışınının bu noktalar arasındaki tüm yollar için eylem integralini minimize edeceğini gördü. Şimdiki adıyla Hamilton ilkesi Lagrange'ın en az eylem ilkesine benzerlik gösterir ama A ve B uç noktalarının bir "karakteristik fonksiyon" tarafından dayatılan belirli kısıtlayıcılar altında değişmesi mümkündür. Hamilton, Royal Irish Academy'ye gönderilen bir çalışmanın yayımlanmasının yıllar alabileceğini ve yayımlansa bile bunun çok küçük bir çevreye ulaşabileceğini bildiğinden yeni kuramını *Philosophical Transactions* adlı dergide yayımlanması amacıyla 1834'te Royal Society of London'a gönderdi. İlke, kıta Avrupa'sında, özellikle de Jacobi tarafından hemen kabul gördü ve Jacobi konuya ilişkin yazdığı bir makalede Hamilton'dan "Dublinli şanlı kraliyet astronomu" ve daha sonra da "ülkenizin Lagrange'ı" diye bahsetti. Yirminci yüzyılda kuantum kuramının ortaya çıkmasıyla birlikte Hamilton ilkesi hak ettiği değeri kazandı çünkü bu ilke, neredeyse doğrudan kuantum mekaniğine aktarılabilecek bir klasik mekanik biçimiydi.

Hamilton'ın ışığın dalga kuramına dayanan optik alanındaki araştırmaları konik kırınım olgusunu tahmin etmesiyle sonuçlandı. Bu düşünce daha sonra deneysel olarak kanıtlandı. Airy bunun şimdiye dek yapılmış belki de en önemli tahmin olduğunu söyleyecek kadar bu düşünceden etkilenmişti. Alman matematikçi ve fizikçi Plücker şöyle yazmıştı: "Hiçbir fizik deneyi şimdiye dek beni böylesine etkilememişti... Bu hiç duyulmamış ve bir benzeri olmayan bir şey." Bu keşif Hamilton'ın 1835'te Royal Society of London'ın Kraliyet Madalyası'nı ve kral adına İrlanda genel valisinden şövalye unvanını almasını sağladı. Pek çok açıdan bu, Hamilton'ın meslek yaşantısının en üst noktasıydı.

Hamilton'a William adı verilmişti. O da daha sonra bir koruyuculuk elde etme beklentisiyle babasının eski işvereninin soyadı Rowan'ı adına ekledi; böylece sonraki yıllarda Sir William Rowan Hamilton olarak tanındı. 1830'lu yıllarda hayli hareketli bir yaşantısı vardı. Bu yıllar onun en üretken dönemiydi. Aynı anda optik, dinamik ve cebir üzerine çalışıyordu. Hamilton bu dönemde Coleridge'in düşüncelerinden etkilendiği kapsamlı bir felsefe çalışması da yapmıştı. Enerjisi bitip tükenmek bilmiyordu. Gözlemevinin çatısındaki korkuluk duvarında yürüdüğü ya da buna benzer çılgınlıklar yaptığıyla ilgili satırlara rastlıyoruz. En sevdiği kardeşi Eliza'yla birlikte İngiltere'ye bir kez daha gitti. Bu kez Wordsworth'le bir aya yakın bir süre Rydal Mount'ta* kaldı.

Bu süre boyunca Hamilton bazı duygusal ilişkiler yaşadı. Bunlardan biri özellikle dikkat çekicidir. Delicesine âşık olduğu kişi Catherine Disney adında bir kadındı. Catherine de ondan etkilenmiş ama aile baskısı nedeniyle başka bir adamla evlenmek zorunda kalınca Hamilton intihar etmeyi düşünmüştü. Genç bir kadına yakınlaşma çabaları da reddedilince Hamilton hiç evlenemeyeceğini düşünerek ümitsizce Helen Maria Bayly adında bir kadına evlenme teklif etti. Helen, County Tipperary'li altsınıf bir aileden geliyordu. Burada bir çiftlikte dul annesiyle birlikte yaşıyordu. Evliliklerinin öncesinde Hamilton onun kronik hasta olabileceğini, patolojik derecede utangaç ve sıkılgan olduğunu fark etti. Bir arkadaşı onun "çarpıcı bir güzelliğe ya da güçlü bir zekâya" sahip olmadığını, "bir evi idare edemeyeceğini" ve "kocasının alışkanlıkları üzerinde kesinlikle denetleyici bir etki yaratamayacağını" söylemişti. Bayly, uzun tereddütlerden sonra gönülsüz bir şekilde 9 Nisan 1822'te Hamilton'la evlendi; evlenmelerinden sonra da Bayly, ailesinden farklı kişilerle uzun dönemler geçirmeye devam etti. İlk çocukları, William Edwin ertesi yıl mayıs ayında dünyaya geldi. Hamilton bebeğe Wordsworth'ün *Ode on Intimations of Mortality* (Od: Ölümsüzlük Üzerine Dolaylı Düşünceler) adlı yapıtını okudu. Sonraki yıllarda William babasına mali açıdan sıkıntılar yaşatacaktı. Archibald Henry adındaki ikinci oğulları er-

---

* Wordsworth'un Göller Bölgesi'nde bulunan Ambleside yakınlarındaki evi. (ç.n.)

tesi yıl doğdu; o rahip olmayı seçti. Tek kızları Helen Eliza Amelia Ağustos 1840'ta dünyaya geldi.

Hamilton son derece dindar biriydi, karısının da dine uygun davranması onun için çok önemliydi. Tüm zayıflıklarına karşın karısı, Hamilton'ın yaşamında önemli bir figür olarak kaldı, hatta bir noktaya kadar onu kendi münzevi yaşantısına çekmeyi başardı. Hamilton karısının sağlığındaki ve kişiliğindeki zayıflığı bir yük olarak görse bunu da seve seve kabul ederdi. Ancak arkadaşları onun değiştiğini fark ediyordu. Daha önce olmadığı kadar yalnız, iç gözlemsel ve defansif biri olmuştu. Peşinden koşacağı yeni konularla heyecanlanmak yerine geçmiş başarılarını kurcalıyordu. Yavaş yavaş kendisine zarar verecek kadar içmeye başlamıştı.

Işığın doğasına ilişkin dalga kuramı hayli tartışmalı bir konuydu. Tartışma, nüfuz sahibi Laplace'ın güçlü muhalefetiyle karşılaşan Augustin Jean Fresnel'in çalışmasıyla Fransa'da başladı. Bu muhalefet sonucunda Académie Royale des Sciences tartışmayı fiilen bastırdı. Dalga kuramı kırınım ve polarizasyon gibi olayları açıklamakta başarılı olsa da sezgiye daha fazla dayalı parçacık kuramının daha iyi çalıştığı başka olaylar vardı. Işığın doğası sorusu Hamilton'ın da aktif olarak katıldığı British Association for the Advancement of Science toplantılarının en önemli gündem maddesiydi. 1834'e gelindiğinde onun da liderlerinden biri olduğu dalga kuramı taraftarları bu tartışmayı kazanmış gibi görünüyordu.

Dalga kuramı destekçilerinin en önemli sorunu ışık saçan eteri açıklayan bir model bulamamalarıydı ve Hamilton üstün matematik güçlerini bu işe yönlendirdi. Cauchy, eterin elastik bir katı gibi davranması gerektiğini göstermeye uğraşmıştı. Hamilton ve diğerleri ise eterin aralarında kuvvetler olan noktasal kütlelerden oluştuğunu düşünüyordu. En nihayetinde Clerk Maxwell 1860'larda elektromanyetik alanda dalgalara sahip ışıkları tanımlayarak eter problemini çözdüğünde Hamilton meslek yaşantısının sonlarına gelmiş, optikten de bir hayli uzaklaşmıştı. Işığın elektromanyetik kuramı Hamilton'ın alkış tutacağı bir çözümdü çünkü fiziğin birbirine hiç benzemeyen kısımlarını uzay ve zamanda etki eden tek bir kuvvetler kuramında birleştirmişti. Hamilton bir eter modeli üretmek

için yaptığı çalışmalarda deneylere biraz daha yer ayırabilseydi soru üzerinde gerçekleştirdiği çalışma muhtemelen daha verimli olacaktı.

Hamilton dönemin siyasi tartışmalarının içinde kesinlikle yer alıyordu ama onun açısından İrlanda Kilisesi'ni rahatsız eden dinle ilgili tartışmalar daha önemliydi. Protestan hâkimiyeti yanlısı olarak yetiştirilmişti. Pek çok İrlandalı Anglikan yalnızca kendilerinin siyasi yapıyı oluşturabilecekleri yönünde uç düşüncelere sahipti. Hamilton dünyaya geldiğinde Britanya'daki Anglikan Kilisesi karşıtları ve Katolikler kısıtlı haklara kavuşmuşlarsa da bu haklar kerhen verilmişti. Anglikanlar hâlâ yüksek eğitimde tekel konumundaydı. Parlamentonun kontrolünü ve dağıtılacak yüklü miktardaki koruyuculuk parasını ellerinde tutuyorlardı. İrlanda'da nüfusun büyük bir çoğunluğu Katolikti ve bu nedenle de reform en hızlı burada gerçekleşti. 1829'da The Catholic Emancipation Act (Katolik Serbestlik Yasası) kabul edildi, 1831'de mezhepçi olmayan bir ulusal eğitim sistemi kuruldu ve üniversite eğitimine daha kolay ulaşılabilmesi amacıyla (Trinity, Anglikan olmayanları kabul etmeye başlamıştı) 1833'te bu sistem doğrultusunda üç yeni kolej açıldı. Hamilton yaşamı boyunca, değişime karşı duran ayrıcalıklı grubun sadık bir üyesi olarak kaldı.

Royal Irish Academy tarafından 1835'te yayımlanan *Theory of Algebraic Couples* (Cebirsel Çiftler Kuramı) adlı eserinde Hamilton'ın cebire ilişkin ilk düşünceleri yer aldı. Cebirin üç boyutlu geometri açısından önemini fark etmesiyle sonraki yıllarda a, b ve c'nin gerçek, i ve j'nin sanal olduğu $a + ib + jc$ biçimindeki sayı üçlülerine yönelik bir cebir geliştirmeye çalıştı. Hamilton, 1843 yılının bir ekim günü Dublin'deki Kraliyet Kanalı boyunca yürürken bu tür sayılar üzerinde yapılacak cebirsel işlemlerde geometrik uzayda dördüncü boyuta ihtiyaç duyulduğunu görüverdi. O an Hamilton daha sonra dördeyler adını vereceği sayı dörtlüleri üzerine çalışması gerektiğini düşündü. Hamilton'ın dördeyler çarpım formülünü kanal üzerindeki köprülerden birinin üzerindeki bir taşa yazdığı anlatılır. Çarpım işleminin birleşme özelliği vardır ama işlem değişme özelliğine sahip değildir. Hamilton'ın aklına dördeyler cebiri üzerine düşüncelerin gelmesinin anısına köprü üzerinde formülü taşın üzerine yazdığı noktaya bir levha yerleştirilmiştir.

Sonraki on yıl boyunca Hamilton, matematiksel fiziği dönüştüreceğini ve tarihsel olarak analizin bulunması kadar önemli olduğunu düşündüğü dördeyler kuramı üzerine yoğun olarak dersler verdi. Beklentileri gerçekleşmemiş olsa da görüşleri matris cebrinin gelişmesinde tarihi bir rol oynadı. 1853'te *Lectures on Quaternions* (Dördeyler Üzerine Dersler) adlı eseri yayımlandı. Yaşamının geri kalan kısmında çoğunlukla kuramın saflaştırılması ve olası uygulama alanlarının araştırılmasıyla uğraştı. Ölümünden sonra 1866'da *Elements of Quaternions* (Dördeylerin Temelleri) adlı bilimsel incelemesi yayımlandı. Yaşamının son yıllarında peşinden koştuğu diğer matematiksel araştırma konusu onun ikozyen analizi olarak adlandırdığı ancak bugün çizge kuramı olarak sınıflandırılabilecek alandı. 1856'da esas olarak yirmiyüzlünün geometrik özelliklerine dayanan bu yeni analizi geliştirdi (benzer düşünceler Thomas Kirkman'ın da aklına gelmişti).

Hamilton kendini, halktan insanlara ve birinci sınıf öğrencilerine iyi ders anlatan biri olarak görüyordu. Gerçekten de Tanrı vergisi bir hitabet yeteneğine sahipti ama temel düzeyde matematik anlatımı için bu durum kesinlikle söz konusu değildi. Bu yöndeki her çabası dinleyiciler için utanç kaynağı olacak denli temel ve bariz açıklamalarla başlıyordu; daha sonra aniden dinleyiciler için tamamıyla anlaşılmaz konulara geçiyordu. Yazılı anlatımı da bundan farklı değildi. Makalelerinde sık sık konu dışına çıkardı. Bu durumun güzel bir örneği ilk başta kısa bir elkitabı olarak düşünülen *Elements of Quaternions* adlı eseridir. Bir önceki eseri *Lectures on Quaternions* çok uzun ve öğrenciler için çok ileri düzeydeydi. Bunu kısaltmak ve basitleştirmek için yazılan elkitabı 800 sayfanın üzerine çıktı. Gözlemevinde ve genellikle yalnız başına çalıştığından öğrencilerle ilişkisi en alt düzeydeydi. Gerçek anlamda tek öğrencisi İskoç doğa felsefecisi Peter Guthrie Tait oldu.

Hamilton gençliğinde hayli cana yakın ve neşeli biriydi. Geniş arkadaş çevresinde Augustus De Morgan ve John Herschel gibi isimler vardı. Yakınlarda bulunan Cork'taki Queen's College'da görev yapan matematik profesörü George Boole'la iletişim içinde olmamasını ise açıklamak hayli güç. Kayıtlardan yalnızca iki

kez ilişkiye geçtikleri görülüyor. İlki De Morgan'ın Hamilton'dan Boole'un kitabı için bir yayımcı bulunması konusunda yardımcı olmasını istediğinde diğeri de ertesi yıl Boole'un Hamilton'dan kendisi için bir tavsiye mektubu yazmasını rica ettiğinde. Bunun dışında bu iki matematikçinin görünen o ki birbirleriyle ilişkisi olmamış; belki de bu durum yalnızca Hamilton'ın Boole'un yaptığı matematiğe ilgi duymamasından kaynaklanıyordu.

1837'de Hamilton Royal Irish Academy'nin daimi bir görev olan başkanlığına getirildi ve ölümünden kısa bir süre önce de National Academy of Sciences of Washington'ın ilk yabancı üyesi olma mutluluğuna erişti. Preussischen Akademie der Wissenschaften ile Académie Royale des Sciences'ın muhabir üyeliğine seçildi ve Royal Society of London'a üye olmaya davet edildiyse de mali nedenlerden dolayı bu teklifi geri çevirdi. Bununla birlikte gönderdiği makaleler, yönettiği oturumlar ve gerçekleştirilen her toplantıyla birlikte verilen ziyafetlerde yaptığı konuşmalarla British Association for the Advancement of Science'ın etkin bir üyesiydi.

Yaşamının sonlarında Hamilton romantik fantezilere kapılarak şiirlerinden pek çoğunun esin kaynağı olan Catherine Disney'le uzun süreli ve gizli bir yazışma sürdürdü. Disney'e (ya da onun idealize edilmiş biçimine) olan sevdası hiç bitmeden devam etti. Gut hastalığına bağlı şikâyetleri yıllardır süren Hamilton 1865 yazında ağır bir şekilde hastalandı. Çevresindekilerin en büyük derdi onu para ve iş konusunda endişelenmekten uzak tutmaktı. Artık neredeyse sürekli hale gelen banka hesabında hiç para bulunmama durumu endişe verici boyuttaydı. Önünde uzun bir ömür olmadığının bilinciyle *Elements* adlı eseri üzerinde yitip giden gücünün son damlasına kadar olağanüstü bir çabayla uğraştı. Ağustosun sonuna gelindiğinde daha fazla yaşayamayacağı apaçık görülüyordu ve ölüm onu 2 Eylül 1865'te altmış yaşındayken yakaladı. Karısı Helen ondan dört yıl sonra öldü. Hamilton'ın doktoru ölüm sebebinin belirsiz olmasına karşın ölümünün alkolizmden kaynaklanmadığını belirtmek için büyük bir çaba sarf etti; yine de alkolün yaşamının son dönemlerinde ciddi bir sorun oluşturduğu konusunda hiçbir şüpheye yer yok.

Joseph Liouville (1809-1882)

Şimdiki yaşam öyküsü için yeniden Fransa'ya dönüyoruz. Joseph Liouville sayılar kuramı, diferansiyel geometri, gökcisimleri mekaniği ve rasyonel mekanik alanlarına önemli katkılar yapmıştır. Hayli üretken bir yazardı. Crelle'in dergisinin Fransız karşılığı olarak hizmet veren kendi kurduğu ve günümüze kadar ulaşan dergide sayılar kuramına ilişkin iki yüz ve bir o kadar da başka konular üzerine makale yayımladı.

Fransız ordusunda subay olan Claude-Joseph Liouville ve karısı Thérèse (kızlık soyadı Balland) Lorraine'li üst orta sınıf bir çiftti. Claude-Joseph, Calais ile Lille arasında bulunan St. Omer'e gönderilmiş, geleceğin matematikçisi olan ikinci oğulları Joseph de

24 Mart 1809'da burada dünyaya gelmişti. Kısa bir süre sonra aile Lorraine'e döndü ve küçük çocuk ilk eğitimini Commercy ve Toul kasabalarında aldı. Klasiklerde temel bir eğitim alan Joseph, Collège Saint-Louis'de matematik eğitimi almak üzere Paris'e gitti. Burada dönemin matematik literatürüyle tanıştı ve çok geçmeden buna kendi gözlemlerini de ekleyebildiğini fark etti. Bu gözlemlerden bazıları 1824-25'te henüz on beş yaş civarında olduğu bir zamanda Gergonne'un *Annales*'inde boy gösterdi.

1825'te on altı yaşındayken Ecole Polytechnique'e kabul edildi. Daha önce gördüğümüz gibi matematik dersleri hâlâ bu alanda dersler vermeye devam eden Cauchy tarafından yeniden düzenlenmişti. Yine de Liouville, Cauchy yerine ondan daha iyi ders anlatan fizikçi André-Marie Ampère'den benzer bir ders aldı. Ecole Polytechnique'çiler, daha sonra adı Collège de France olacak Collège Royale'de ders takip edebiliyorlardı. Liouville burada yine Ampère'den bu kez elektrodinamik üzerine bir ders aldı. İki yıl sonra Joseph mühendis olmaya karar verdi ve Cauchy'nin izini takip ederek mesleğe yönelik bir okul olan Ecole des Ponts et Chaussées'ye geçiş yaptı. 1830'da mezun olduğunda sağlığının sahada görev yapacak bir mühendisin zorlu yaşantısına uygun olmadığını düşünerek matematikçi olmaya karar verdi. Aynı yıl Liouville anne tarafından kuzini Marie-Louise Balland'la evlendi. Kısa bir süre sonra da Ecole des Ponts et Chaussées'ye istifasını sundu. Genişleyen ailesini geçindirebilmek için bir dizi okulda öğretmenlik yaptı.

Liouville akademik meslek yaşantısına 1831'de Ecole Polytechnique'te *répétiteur* (belletmen) olarak başladı. Ayrıca iki yıl sonra Ecole Centrale des Arts et Manufactures'de ders verdi. Kurum, tıpkı Ecole Polytechnique'in kamu sektörüne mühendis yetiştirmesi gibi özel sektöre yönelik bilimsel bilince sahip mühendisler yetiştirmesi amacıyla çok kısa bir süre önce kurulmuştu. İlk başlarda özel bir girişim olan okul, daha sonra yönetiminin devlete geçmesiyle Grande Ecole* statüsü kazandı. İlk başta Liouville'in dersleri pratik uygulamalarla çok az ilişkili olduğu gerekçesiyle eleştirilse

---

* Fransa'da ana akım üniversitelerinden farklı olarak "seçkinler okulu" olarak adlandırılabilecek yükseköğretim kurumları. (ç.n.)

de Liouville sonraki beş yıl boyunca Ecole Centrale des Arts et Manufactures'de kaldı.

Matematik klasiklerini çok iyi bilen Liouville mevcut literatürde de çok okuma yapmıştı. Yaşamı boyunca sürecek üretken bir uğraşının başlangıcı olarak bilim dergilerine elektrik ve ısı kuramına ilişkin yazılar yazmıştı bile. Genç yaşlarında Académie Royale des Sciences'a seçime konacak bir teklife hazırlanmak amacıyla bilimsel incelemeler göndermeye başladı ve her yıl yapılan büyük ödüllü yarışmaya katıldı. Yarışmaya katılan bir diğer kişi de Evariste Galois'ydı. Ne yazık ki ödüle her iki aday da sahip olamamıştı. Bunun yerine Abel (ölümünden sonra) ve Jacobi eliptik fonksiyonlar üzerine yaptıkları çalışmalardan ötürü ödüle layık görüldüler. Akademisyenler bu şekilde davranarak Abel'e karşı daha önce sergilemiş oldukları ihmalkârlığı affettirmeyi umuyorlar ama şimdi de Galois'ya haksızlık yaparak bu tutumlarına devam ediyorlardı. Liouville kendi çalışmasını başka bir yerde yayımladı.

Gergonne'un *Annales*'i matematiksel araştırmalar açısından yararlı bir dergi olsa da dergide iyi çalışmalar ile vasat çalışmalar birlikte yer alıyordu. Crelle'in 1826'da kurmuş olduğu Alman karşılığı *Journal* kısa sürede *Annales*'ten çok daha yüksek bir standart yakaladı. Engelleyici hiçbir durum bulunmamasına karşın çoğu Fransız matematikçi Crelle'in *Journal*'ına makale göndermeye meyilli değildi. Oysaki Liouville, matematiğin Almanya'da artan saygınlığının farkına varması sayesinde bunu yapanlardan biriydi. Tüm bunlar olurken bir yandan da Gergonne'un zamanının büyük bir çoğunluğunu alan yeni bir göreve getirilmesiyle *Annales*'in yayını askıya alınmıştı. Kendisinin de bizzat tecrübe ettiği, Fransa'da matematik araştırmalarının yer alabileceği ortamların mevcut durumunun yetersizliğinin farkında olan Liouville yeni bir dergi kurma kararı aldı. Bu dergi, Crelle'in *Journal*'ının Almanca adının bire bir Fransızcaya çevrilmiş hali olan ünlü *Journal de mathématiques pures et appliquées* (Soyut ve Uygulamalı Matematik Dergisi) idi. Gergonne bu derginin kendi *Journal*'ının devamı olarak kabul edilmesi konusunda hemfikirdi; aslında çok geçmeden bu yeni derginin *Annales*'den çok daha üstün ve Crelle'in *Journal*'ının standartla-

rında bir dergi olduğu anlaşıldı. Tanıdığı genç matematikçileri dergiye yazma konusunda cesaretlendirmesinin yanı sıra Liouville, Crelle'in yayımladığı yabancı dillerdeki önemli makalelerin Fransızca çevirilerine de dergide yer verdi. Böylece tamamen kişisel girişimler sonucunda Fransa ve Almanya üstün kaliteli araştırma dergilerine sahip oldu.

Yayımlanma süreci o zamanlar şimdi olduğundan çok daha hızlıydı. Liouville, yazı işleriyle ilgili çalışmalara diğer işlerinden daha fazla öncelik tanıyordu ve bu işi tatilde olduğu zamanlarda dahi aksatmadan sürdürüyordu. Ancak kimi zamanlar yayımlanması için dergiye teslim edilen bir makale üzerinde çalışmaktan kendini alıkoyamıyordu ve bu şekilde gerçekleştirdiği çalışmaları orijinal makaleye gönderme yapmadan yayımladığına ilişkin şikâyetler vardı. Daha yirmi altı yaşındayken bir *répétiteur* olan Liouville zamanın önemli matematikçilerinin çalışmalarını değerlendirebileceğine inanacak kadar kendine güveniyor olmalı. Yine de *Journal*'ın yazı işleriyle ilgili görevleri 1874'e dek neredeyse kırk yıl boyunca başarıyla yerine getirdi ve aslında pek çok açıdan da bu, onun en büyük mesleki başarısıydı. Liouville yalnızca ticari amaçlar gözeterek bu yola çıkmamıştı.

Legendre'ın ölümünün ardından 1833'te akademide bir görev elde etme şansı doğdu. Pek çok yönden Liouville güçlü bir aday olsa da boş pozisyonlar çok ender ortaya çıkıyor, bu görevler için kulis çalışmalarının eksik olmadığı büyük bir rekabet söz konusu oluyordu. Diğer adayların hepsi ondan kıdemliydi. Liouville'e yalnızca bir oy çıktı. Üç yıl sonra Ecole Polytechnique'te bir profesörlük görevi boşaldı; Liouville yakın bir zamanda doktora derecesi aldığından bu görev için uygundu ve üniversitede artık bir kürsü sahibi olabilirdi. Güçlü bir aday olmasına karşın başa baş geçen bir mücadelenin ardından ancak ikinci olabildi. Bir sonraki iş imkânı Collège de France'ta ortaya çıktı. Diğer yüksek eğitim kurumlarında olduğu gibi kolejde de profesörlük görevi ömür boyunca veriliyordu ve artık ders veremez duruma gelindiğinde de profesör maaşının üçte birini alacak olan bir *suppléant* (yardımcı) görevlendirilmesini talep etmek âdettendi. Cauchy meslek yaşantı-

sının bir bölümünde yardımcı olarak görev yapmıştı ve şimdi sıra Liouville'deydi. Ecole Centrale des Arts et Manufactures'den istifa etmeye karar verdi. Hemen ertesinde Ecole Polytechnique'te başka bir iş imkânı doğmuş, Liouville de 1838'de analiz ve mekanik profesörlüğüne getirilmişti. Aynı yıl içinde *Légion d'Honneur*'e layık görüldü. Bu nişan daha sonra *Officier* derecesine yükseltildi.

Yetenekli İsviçreli matematikçi Charles-François Sturm, Liouville'in yakın dostuydu ve akademide ortaya çıkan bir sonraki iş imkânında Liouville arkadaşının bu göreve seçilmesini sağlayabilmek adına soylu bir biçimde kenara çekildi. Bununla birlikte 1839'da yine bir iş imkânı doğdu ancak bu seferki görev astronomi bölümündeydi ve yakın bir zamanda matematik alanında bir görev çıkmayacakmış gibi göründüğünden Liouville bu göreve talip oldu. Şansını artırabilmek için gökcisimleri mekaniğine ilişkin daha önceden tamamlamış olduğu bir makaleyi yayımladı. Sert geçen kampanya döneminin ardından 1839'da yapılan seçimler sonrasında Liouville nihayet başarıya ulaştı. Ertesi yıl da saygın Bureau des Longitudes'a seçildi. Ayrıca o zamanlar Paris'te bulunan Dirichlet'in etkisiyle Preussischen Akademie der Wissenschaften'in muhabir üyeliğine seçildi. Dirichlet de 1833'te Académie Royale des Sciences'da benzer bir üyelik elde etmişti.

Böylece Liouville otuz bir yaşında Ecole Polytechnique'teki profesörlüğünün yanı sıra Académie Royale des Sciences ve Bureau des Longitudes üyelikleriyle meslek yaşantısının zirvesine çıkmış oldu. Dersler ve idari işler zamanının büyük bir kısmını alıyordu. Buna rağmen 1840'lı yıllar Liouville'in bilimsel yaratıcılıkta en üst noktada olduğu dönemdi. 1857'ye dek esas olarak analiz konusunda olmakla birlikte geometri, fizik, cebir ve sayılar kuramı gibi konularda yüzü aşkın değerli çalışma kaleme aldı. Sonraki yıllarda geniş ölçekli kuramlar geliştirmeye devam etse de yalnızca kısa notlar yayımladı.

Liouville Ecole Polytechnique'te daha çok idari işlerle ilgilendi. Bilimsel düşüncelerinin çıkış kapısı daha çok Collège de France oldu. Ancak oradaki görevi hâlâ, yardımcısı olduğu profesörün keyfine bağlı olarak sürdürdüğü pek de güvenli bir konum olma-

yan *supplèant* idi. Bu nedenle soyut matematik kürsüsü boşaldığında Liouville doğal olarak bu göreve başvurdu. Cauchy kısa bir zaman önce kendi isteğiyle gittiği sürgünden dönmüştü. Yokluğunda tüm eğitim görevlerini yitirmiş olan Cauchy de bu göreve talip oldu. Cauchy ile Liouville'in araları iyi olsa da Liouville, Cauchy'nin gereğinden fazla yayın yaptığını düşünenler arasındaydı: "Mösyö Cauchy keşfetmiş olduğu ve hatta kimi zaman yeniden keşfetmiş olduğu şeyleri yayımlamayan insanlardan değildi; hatta yayımladığını unutarak aynı şeyi on kez daha yayımlardı."

Yine de Cauchy'nin yayın yapma şekline yönelik bu eleştirel tavrı Liouville'i onun bilimsel dehasını teslim etmesine ve ona saygı duymasına engel değildi. Liouville daha önce Sturm'a da yaptığı gibi Cauchy'yi desteklemek üzere yarıştan çekilse de bu kez siyasi ilişkiler devreye girdi. Matematikçi, hatta bilimci bile olmayan seçicilerin büyük bir çoğunluğu bu görev için daha önce Sophie Germain'e değinirken gördüğümüz İtalyan Libri'yi uygun gördü. Libri, siyasi görüşlerinin Cauchy'ninkilere oranla Saray tarafından daha kabul edilebilir olarak görülmesinin ödülünü almıştı. Liouville Libri'nin bir şarlatan olduğunun farkındaydı ve karar açıklandığında protesto olarak Collège de France'taki görevinden istifa etmesinin bir zorunluluk olduğuna karar verdi.

Liouville üyeliğinin ilk on-on beş yılında akademinin en etkin üyelerinden biriydi. Gençlik yıllarında hayli etkili bilimsel bir hatipti. Bu dönemdeki Fransız matematikçilerin pek çoğu Paris'i tüm matematiksel etkinliğin çevresinde meydana geldiği ebedi bir merkez olarak düşünüyor ve dünyanın başka yerinde olanları takip etme zahmetine girmiyorlardı. Almanya matematik alanında lider güç olma yolunda Fransa'nın yerini alırken Liouville, ülke dışındaki bağlantıları sayesinde paha biçilmez bir rol oynadı. İlişkide olduğu Alman matematikçilerin çoğunu düzenli olarak yazıştığı Dirichlet aracılığıyla tanıyordu. Liouville'in Büyük Britanya ve İrlanda da dahil olmak üzere diğer ülkelerde de çok sayıda tanıdığı vardı.

Bureau des Longitudes çalışanları iyi ücretler alıyordu; üç kız ve bir erkek çocuktan oluşan ailesini geçindirmek için Liouville'in Ecole Polytechnique profesörlüğünden aldığı maaşa ek olarak bu-

radan gelen gelire ihtiyacı vardı. 1843, 1847 ve 1872'de olmak üzere üç kez Bureau des Longitudes'un başkanlığını yaptı. İlk seferinde Cauchy'nin yakışık almayan üyelik problemiyle uğraşmak zorunda kaldı. Esas olarak Cauchy'nin Louis-Philippe'e bağlılık yemini etmeyi reddetmesinden dolayı Cauchy'yi eski görevine alma çabaları sonuçsuz kaldı. Bunun dışında Liouville'in Bureau des Longitudes'u aynı akademide olduğu gibi yalnızca kendisinin değil aynı zamanda başta Jacobi olmak üzere arkadaşlarının da bilimsel görüşlerini yayabileceği bir yer gibi gördüğü söylenebilir.

Liouville 1848'de siyasete kısa süreli bir baskın düzenleyerek ılımlı cumhuriyetçi kimliğiyle kurucu meclise girdi ama yasama meclisine girmeye hak kazanamamıştı. Ertesi yıl ise partisi, müstakbel imparator III. Napoléon taraftarlarınca yenilgiye uğratıldı. Sophie Germain'in yaşam öyküsünde gördüğümüz gibi Libri, çeşitli kurumlardan değerli kitap ve elyazması koleksiyonlarını çalarken yakalanması üzerine ülkeden kaçmıştı. Bu durum, Collège de France'ta yeni bir iş imkânı açılmasına neden oldu. Bu görev için Cauchy yeniden adaylardan biri olsa da göreve getirilen Liouville oldu. Liouville bunun üzerine Ecole Polytechnique'ten ayrıldı. Kolejde ders vermeye devam ederken bir yandan da üniversitede rasyonel mekanik profesörlüğü görevini devam ettirdi.

Cenazesinde yapılan anma konuşmalarında Liouville'in dersleri hayli methedilse de anlaşılan Liouville'in en iyi olduğu alan ileri düzeydeki derslerdi ve anlattığı dersler genellikle en iyi öğrencileri hedef alıyordu. Eski öğrencilerinden biri şu yorumu yapmıştı: "Onu tanıyan herkes insanlara yaklaşımının ne kadar iyilik dolu ve konuşmasının ne kadar ilginç olduğunu bilirdi. Ondan bir şekilde bir şeyler kazanmadan onunla konuşmak pek de mümkün değildi. Genç insanları cesaretlendirmekten ve önerileriyle yol göstermekten hoşlanırdı. Collège de France'ta dersi bittiğinde bazı öğrencileriyle birlikte eve yürümekten hoşlanırdı ve çoğu zaman öğrencileriyle yaptığı uzun ve ilginç sohbetler sırasında öğle yemeğini atlardı."

Gösta Mittag-Leffler, Liouville'le ilk karşılaşmasını şöyle hatırlıyor: "Beni hayli kibar bir şekilde şu sözlerle karşıladı: 'Başarılı

bir gelecek vaat eden tüm genç matematikçileri candan bir şekilde karşılamayı görevim kabul ederim,' dedi ve devam etti: 'Düşünebiliyor musunuz, kim olduğunu bilmeden Abel'le karşılaştım ve Galois'yı sınava tabi tuttum.' Louiville, Abel'le tanışıp onun büyük bir matematikçi olduğunu hatta ona göre karşısına çıkan en büyük matematikçi olduğunu görememiş olmasını yaşadığı en büyük üzüntü olarak kabul ederdi." Günlük yazarı Hirst, Liouville'e 1857'de uğradığında şu notları düşmüştü: "Kısa sürede kendimi yanında çok rahat hissettiğim tatlı, geveze, küçük bir adam. Benim gördüğüm tek kusuru ara sıra olan anlamsız kıkırdaması."

Liouville, Evariste Galois'nın çalışmalarını özenli bir biçimde inceleyen ilk matematikçiydi. 1843'e gelindiğinde bu çalışmaların gerçekten önemli olduğunu düşünerek bunları *Journal*'ında yayımlamak üzere düzenledi. Şöyle demişti: "Galois'nın özellikle bu güzel teoremle ispatladığı yöntemdeki eksiksiz doğruluğu gördüm: Asal dereceden indirgenemez bir denklemin köklerle çözümlenebilmesi için tüm köklerinin herhangi ikisi cinsinden rasyonel fonksiyonlar olması gerek ve yeter şarttır." Liouville Galois'nın akıl yürütmesinde bazı gedikler olduğunu görerek bu boşlukları doldurana kadar çalışmanın yayımlanmasını erteledi. Galois'nın makalesi en sonunda Liouville'in *Journal*'ının 1846 tarihli sayısında yayımlandı. Bundan altı yıl sonra İtalyan matematikçi Enrico Betti çalışmaya ilişkin bir yorum yayımlamış, Galois'nın kuramı yavaş yavaş bilinmeye ve anlaşılmaya başlamıştı.

1850'lerin ilk yıllarında, Liouville'in akademideki nüfuzu devam etse de bu etki daha sonra hızla azaldı. Rus Çebişev gibi genç yeteneklere hâlâ yardım ediyor ama eskisinden çok daha sık meslektaşlarıyla karşı karşıya geliyordu. Pek çok eski öğrencisi ve koruması altındaki kişi artık ondan yana değildi. Yetenekli ama deneyimsiz gençlere yol göstermek hoşuna gitse de bu gençler onunla denklermiş ve hatta Charles Hermite gibi onu gölgede bırakmış gibi davranmaya başladıklarında bunu kabullenemiyordu.

Liouville'in üniversitedeki ağır ders yükü kötüleyen sağlığıyla birleşince ürettiği araştırmalar giderek azaldı. Yayımlanması için sunduğu çalışmalar parça parça ve kanıtlardan yoksundu. Ek-

lem iltihabı ve gut hastalığı giderek daha fazla dersi iptal etmesine neden oldu; bununla birlikte Sorbonne'daki derslere katılan biri, Liouville'in desteksiz yürüyemeyen yaşlı biri olduğunu ama bir mucize eseri her derste tahtanın başına geçtiğinde dinçliğini ve genç görünümünü yeniden kazandığını söylüyordu. Liouville'lerin esas evi Paris'in Latin Mahallesi'ndeydi. Yaz tatilleriniyse genellikle Liouville'in çocukluğunun geçtiği Lorraine'de geçiriyorlardı. 1876'da Paris'ten ayrılarak Toul'a yerleştiler. Liouville 8 Eylül 1876'da yetmiş üç yaşında Paris'te yaşamını yitirdi. Eşi ve tek oğlu ise ondan dört yıl önce ölmüşlerdi.

Araştırma söz konusu olduğunda Liouville, zamanının önemli Fransız matematikçisi Cauchy ve bir sonraki kuşağın önde gelen ismi Hermite'ten geri kalır. Yine de övgüye değer bazı sıra dışı keşifleri olmuştur. 1836-37'de dostu Sturm'la birlikte daha sonra fizik alanında önemli bir kuram olacak ve Sturm-Liouville kuramı olarak adlandırılacak ortak bir çalışma yayımladı. Daha sonra cebirsel işlemler kullanılarak tam sayılardan elde edilemeyen gerçel sayılar olan aşkın sayıların varlığını kanıtladı. Eliptik fonksiyon kuramının geliştirilmesinde önemli bir rol oynadı. Ayrıca gökcisimleri mekaniği ve sayılar kuramına da katkıda bulundu ama belki elde ettiği sonuçlar arasında en fazla bilineni kompleks değişkenli sınırlı bir holomorf fonksiyonun sabit olması gerektiğini söyleyen kompleks analiz teoremidir.

Hermann Grassmann (1809-1877)

On dokuzuncu yüzyılda bir üniversite öğretim üyesinin meslek yaşantısına ortaöğretim öğretmeni olarak başlaması olağanüstü bir durum değildi. Doğal olarak üniversitedeki araştırma olanakları çok daha fazlaydı ama yine de matematiğin gelişiminde önemli katkılarda bulunmuş orta dereceli okul öğretmenlerine rastlanır. Hermann Grassmann bu duruma iyi bir örnektir. Görüşleri Grassmann henüz hayattayken çok az etki yapmış olsa da bu düşünceler gereği gibi anlaşıldıklarında Grassmann on dokuzuncu yüzyılın önemli öncü kişilerinden biri olarak hak ettiği saygıyı kazandı.

Juster Günther Grassmann ve karısı Johanne (kızlık soyadı Medenwald) Berlin'in kuzeydoğusunda bulunan ve şimdi Polon-

ya sınırları içindeki Szczecin kenti olarak bilinen Alman şehri Stettin'de yaşıyordu. Johanne papaz kızıydı; Juster de iyi donanımlı bir okul olan Stettin Gymnasium'da öğretmen olmadan önce papazlık yapmıştı. Juster bu okulda matematik ve fizik dersleri verdi, temel ders kitapları yazdı ve fizik alanında araştırmalar yaptı. On iki çocuklarından üçüncüsü Hermann Günther 15 Nisan 1809'da dünyaya geldi. Liseden mezun olduktan sonra Universität Berlin'de ilahiyat ve klasik eğitimi aldı, muhtemelen sonra da kiliseye girdi. Matematik ve fiziğe kuvvetli bir şekilde gönül vermesi ancak 1830'da yirmi bir yaşındayken Stettin'e dönmesi üzerine gerçekleşti. Babasının izinden giderek öğretmen olmaya karar verdi. Önce Berlin'de daha sonra da Stettin'de, sonuncusu *gymnasium* olan çeşitli okullarda bu kararını hayata geçirdi. Grassmann'ın ilgi duyduğu pek çok konu olsa da okulda verdiği dersleri pek de önemsemiyor gibiydi. Sınıfta disiplini sağlamakta güçlük çekiyordu.

Öğretmenlik yapmak için yeterlilik kazanma sürecinde Grassmann'dan gelgit kuramına ilişkin bir makale yazması istendi. Bunun için Grassmann, Lagrange'ın *Méchanique Analitique*'in bazı kısımlarındaki açıklamaları basitleştirmesini ve Laplace'ın *Mécanique Céleste*'inde sunulan gelgit kuramının ele alınmasında iyileştirmeler yapmasını sağlayan yeni bir geometrik analiz geliştirdi. Düşüncelerini bu aşamada daha fazla geliştirmemiş olsa da Grassmann görüşlerinin potansiyelinin farkındaydı. 1840'a gelindiğinde okuldaki görevleri izin verdiği ölçüde matematik araştırmaları üzerine yoğunlaşmaya karar verdi. O ana dek Dirichlet, Stettin'den çok uzakta olmayan Berlin'de iyi bir konuma gelmişti ama Dirichlet'in, Göttingen'deki Gauss'un ya da Königsberg'deki Jacobi'nin Grassmann üzerinde bir etkisi olduğuna ilişkin hiçbir kayıt bulunmuyor.

Grassmann geometrik kuramlarını 1844'te çıkan *Die lineale Ausdehnungslehre* (Doğrusal Genişleme Kuramı) adlı kitapta yayımlamak üzere kaleme aldı. Konu üzerine çıkacak çok sayıda cildin ilki olarak düşünülen kitap soyut ve lafı fazlasıyla uzatan bir eserdi. Grassmann kendi genişleme analizinin Leibniz'in bazı düşünce-

leriyle ilişkili olduğuna inanıyordu. Christiaan Huygens'e 1679'da yazdığı bir mektupta Leibniz, büyüklükten çok konumla (Latincede *situs*) ilgilenen yeni bir tür matematiğe gereksinim olduğunu yazmıştı. Leibniz bunu bir tür geometri olarak görüyor ve buna *analysis situs* ya da *geometria situs* adını veriyordu. Bu terminolojiyi kullandığı başka yerlerde genellikle bugün topoloji olarak bildiğimiz matematik dalına gönderme yaptığı düşünülür. Bununla birlikte mektuptaki çizimlerin farklı bir yapısı vardı ve bu nedenle Grassmann görüşlerini Leibniz'inkilerle bağdaştırmakta haklı olabilirdi. Eserdeki açıklamalar anlaşılması güç felsefi parantezlerle kesintiye uğrar. August Möbius kitaba ilişkin bir değerlendirme yazması teklifini kitabın çok soyut olduğu gerekçesiyle geri çevirdi ama yine de Grassmann'ın ne yapmaya çalıştığıyla yakından ilgilendiği anlaşılıyor. Sonraki on yıl boyunca Grassmann kuramını elektrodinamik, mekanik ve cebirsel geometriye uyguladığı bir dizi makale yayımladı.

Grassmann genel olarak zamanının ötesinde biriydi. Örneğin 1861'de, Dedekind ve Peano'nun zamanından yıllar önce tam sayılar için tümevarımsal olarak aritmetik işlemleri tanımlayarak bunların cebirsel özelliklerini ortaya koydu. Daha önceki eseri üzerinde tekrar çalışarak bunu 1861'de *Die Ausdehnungslehre* (Genişleme Kuramı) adıyla yeniden yayımladı. İlk eserde sözlü ifadelere çok yer vermiş olsa da yeni baskıda matematiksel ifadelerden daha çok yararlandı. İlk kitapta temelde afin uzaylarla ilgilenirken ikinci kitapta ilgisi vektör uzaylarına çevrildi. Doğrusal cebirin temel düşüncelerine ya da en azından bugün bizim vektör analizi olarak adlandırdığımız konuya dair düşüncelere bu çalışmada rastlanabilir. Yeni bir gelişmenin tüm onurunu tek bir kişiye yüklemek genellikle pek doğru bir tutum olmasa da koordinatlardan bağımsız kavramların önemini anlayan ilk kişi Grassmann gibi görünüyor. Ayrıca, geometrinin hâlâ Eukleides yüzeyleri ve üç boyutlu fiziksel uzayla sınırlı olduğu bir zamanda daha yüksek boyutlara yelken açmaya hazırdı. Grassmann'ın belki de en kayda değer teknik katkısı Grassmann cebiri olarak da bilinen kullanışlı dış cebir kavramını ortaya koymasıydı. Grassmann cebiri, diferansiyel formların modern kuramı açısından tam da doğru çerçeveyi sunmaktadır.

Kuramının iki yorumu arasında neredeyse yirmi yıl geçmişti. Bu zaman diliminde çeşitli uygulama alanları bulmasının yanında Grassmann konusu, Leibniz'in Huygens'e yazmış olduğu mektupta kullandığı ifadeyle "karakteristik" olan ödüllü bir yarışmaya katıldı; bu ifade Leibniz'in kapsamlı "evrensel karakteristik" kavramına bir göndermedir ve Euler'in ünlü karakteristik terimiyle karıştırılmamalıdır. Grassmann, *Geometrische Analyse geknüpft an die von Leibniz erfundene Geometrische Characteristik* (Leibniz'in Geometrik Karakteristiğine İlişkin Geometrik Analiz) adlı eseriyle ödüle layık görüldü. Hakemlerden biri olan Möbius, Grassmann'ın açıklamalarının tamamıyla soyut ve okunmasının zor olduğunu belirtmişti. Yine de ödüllü makale 1847'de Möbius'un bir vektör uzayındaki doğruların ilgili izdüşümsel uzayda noktalar olarak nasıl kabul edilebileceğini açıkladığı (modern terminolojiyi kullanarak) bir ekle birlikte usulünce yayımlandı. Bu başarının ardından Grassmann üniversitede bir pozisyon peşinde koşmanın zamanının geldiğini düşündü. Ernst Kummer'e Grassmann'ın ödüllü makalesi hakkındaki düşünceleri sorulduğunda Kummer çalışmanın zayıf bir biçimde ortaya konmuş övülmeye değer iyi malzemeler içerdiğini belirtti. Kummer'in yapmış olduğu ve daha sonra Weierstrass'ın da yapacağı gibi okuldan üniversiteye geçmek olanaksız olmasa da bu hedefin peşinden koşmayı hiçbir zaman bırakmayan Grassmann meslek yaşantısı boyunca öğretmen olarak kaldı.

Grassmann 1849'da Pomeranya'lı bir toprak sahibinin kızı Marie Therese Knappe'yle evlendi. On bir çocuklarından ikisi bebekken ikisi ise yetişkinlik çağlarına ulaşamadan yaşamlarını kaybetti. Hayatta kalan oğullarından ikisi Stettin Gymansium'da matematik öğretmeni, biri doktor, biri Universität Giessen'de matematik profesörü ve biri de Karlsruhe Technische Hochschule'de makine mühendisliği profesörü oldular. Grassmann Lutherci kilisenin misyonerlik çalışmalarında aktif olarak yer aldı. Alman halk şarkılarının bir derlemesini yaptı. Latince ve Almanca bazı temel ders kitapları yazdı. On dokuzuncu yüzyılın ortaları modern Alman devletinin oluşması açısından kritik bir dönemdi. Grassmann'ın hayali Prusya liderliğinde birleşmiş anayasal monar-

şiyle yönetilen bir Almanya'ydı. Bu hedefe ulaşmak için devrim ve iç savaşın doğru yollar olmadığını düşünüyordu. Bu siyasi düşünceleri yayabilmek adına kardeşlerinden biriyle birlikte bir gazete kurdu.

Grassmann'ın bir diğer ilgi alanı fizikti. Helmholtz rengin doğasına ilişkin bir kuram geliştirmekteydi; Grassmann buna alternatif bir kuram ortaya koydu. Ayrıca insan seslerinin fiziksel niteliğiyle ilgili de bir kuram geliştirmişti. Fizik alanındaki araştırmalarından ötürü Leopoldina'ya* seçildi. Ne var ki, daha önce gördüğümüz gibi kitabının üzerinde yaptığı tekrar çalışmanın ötesinde matematikle daha fazla ilgilenmedi. Bununla birlikte kendisine ait görüşlerin benzerleri başta Cauchy olmak üzere başka kişilerin yayınlarında da ortaya konuyordu; elbette ki keşiflerin birbirinden habersiz olarak yapılması da her zaman rastlanan bir şeydir.

Matematikten sonra Grassmann'ın asıl akademik uğraşı karşılaştırmalı dilbilimleriydi ve bu konuda çok daha başarılı oldu (Gauss ve Jacobi'nin de filolojiye ilgi duyduğunu hatırlatmakta yarar var). Sanskritçe ve bu dilin Avrupa dilleriyle olan ilişkisinde uzmanlaştı. Matematik alanındaki çalışmalarının kabulüne tezat olarak dilbilimi araştırmalarının önemi üniversite hocaları tarafından çok geçmeden fark edildi. Örneğin, Universität Tübingen'den 1876'da onursal doktora unvanı aldı. Giderek artan bir zafiyet yaşadığı dönemin ardından kalp krizi sonucunda 26 Eylül 1877'de yetmiş sekiz yaşında yaşamını yitirdi.

1862 tarihli *Ausdehnungslehre*'nin önsözünde Grassmann şu satırlara yer vermişti: "Burada ortaya koyduğum bilim için verdiğim ve gücümün yeteceği en zorlu uygulama olmasının yanı sıra yaşamımın önemli bir kısmını ayırdığım bu çabanın yitip gitmeyeceğinden son derece eminim. Ama şunu belirtmek isterim ki bu çalışma bir on yedi yıl ya da daha uzun süre başkaları tarafından bilimin güncel gelişimine katkıda bulunacak biçimde kullanılmadan kalsa bile unutulmuşluğun tozlu raflarından yeniden indirileceği ve şu an için atıl durumda olan düşüncelerin meyve verece-

---

* Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina. (ç.n.)

ği bir zamanın geleceğini biliyorum." Grassmann'ın görüşlerinin diğer matematikçiler tarafından kabul görmeye başlaması onun ölümünden çok da sonra değildi; o zamanlar için büyük bir onur olan toplu eserlerinin yayımlanmasına yalnızca on yedi yıl sonra başlandı. Belki de dönemin en önemli Alman matematikçisi Alfred Clebsch, bu eserlerin önemine dikkat çeken ilk kişilerden biriydi; zamansız ölümünün ardından bu eserlerin yayılması konusunda çaba harcayansa kendisini "Grassmanncılar"dan özellikle uzak tutan Felix Klein'dı.

Annalen'de Grassmann için yazılan anma yazısında Klein, Grassmann yandaşlarının onun yaşamı boyunca hak ettiği saygıyı kazanmamasından dolayı şimdi onu bir şehit olarak gördüklerini ve dördeylerin önemine inanan "Hamiltoncular"a şiddetli muhalefet ettiklerini gözlemlemişti. Grassmann'ın çalışmasındaki ayırt edici özellik onun kapalı tanım –matematiksel bir birimin açıkça inşa edilmesi yerine biçimsel özellikleri aracılığıyla tanımlanması– tercihiydi. Bunu başarıyla yerine getirmek için temel bir küme-kuramsal dayanak gerekli olsa da Grassmann'ın halka ve vektör uzayı gibi soyut cebrin temel kavramlarına bu kadar yaklaşmış olması dikkate değer bir durumdur. Çoğu zaman öncü kişilerin çalışmaları sahiplerine hiçbir atıfta bulunulmadan ana akım içinde yutulur gider.

IV

KUMMER'DEN CAYLEY'E

Ernst Kummer (1810-1893)

On dokuzuncu yüzyılın son bölümlerinde Berlin matematik dünyasının lider üniversitesi haline geldi. Dirichlet'in ardında üç kişi buna katkıda bulunmuştu. Bu isimler yaş sırasına göre Kummer, Weierstrass ve Kronecker'di. Her biri farklı kişiliklere ve farklı meslek yaşantılarına sahipti. Kummer ve Weierstrass mesleğe öğretmen olarak başlarken Kronecker işadamıydı. Bu üçlü içinde en çok öne çıkmış olan Weierstrass olsa da biz yaşça en büyük olduğundan Ernst Kummer'le başlıyoruz.

Berlin ile Breslau arasında bulunan ve bugün bir Polonya kasabası olan Zary on dokuzuncu yüzyılda Sorau adıyla bilinen bir yerleşim yeriydi. Tam adıyla Ernst Eduard Kummer, Liouville'den

bir yıl sonra 29 Ocak 1810'da bu kasabada dünyaya geldi. Doktor olan babası Carl Gotthelf Kummer'in tifo nedeniyle 1813'teki ölümünün ardından Ernst ve ağabeyi Karl anneleri Friederike Sophie (kızlık soyadı Rothe) tarafından büyütüldü. Anne, iki oğlunu ancak büyük bir güçlükle bölgedeki liseye gönderebilmişti. Bu okuldan 1828'de mezun olmasının ardından Ernst, Protestanlık üzerine çalışma yapmak amacıyla Universität Halle'ye girdi. Çok geçmeden bu kararından vazgeçerek matematiğe geçiş yaptı. Kummer 1831'de, hevesli bir eski tarz öğretmen olan matematik profesörünün trigonometrik fonksiyonlar üzerine ortaya attığı soruya ilişkin yazmış olduğu makaleyle üniversite ödülüne layık görüldü. O zamanlar bu tür çalışmalar hep Latince yazılırdı; daha sonra Kummer Alman üniversitelerinde akademik Latince yerine anadilin kullanılmasını savunan harekete destek verdi.

Aynı yıl Kummer orta dereceli okullarda öğretmenlik yapabilmek için gerekli olan yeterlilik sınavını geçti ve ödüllü makalesinin etkisiyle doktora programına kabul edildi. Eski okulundaki bir yıllık deneme süresinin ardından Breslau yakınlarında önemli bir yerleşim yeri olan Liegnitz'deki (bugünkü Legnica) *gymnasium*'da on yıl boyunca sürdüreceği öğretmenlik görevine başladı. Sıra dışı öğretme yeteneği kısa sürede ortaya çıktı. Genellikle matematik ve fizik dersleri verdiği bu dönemdeki öğrencileri arasında her ikisini de matematikçi olmaları konusunda yönlendirdiği Leopold Kronecker ve Ferdinand Joachimstal bulunuyordu. Öğretmenlik yaptığı bu dönem aynı zamanda fonksiyon kuramı ve özellikle de hipergeometrik seriler üzerine yaptığı araştırmalarla ilk yaratıcı dönemine denk düşüyordu.

Jacobi, Kummer'in yaptıklarından etkilenmişti. Böylece ikili arasında düzenli bir mektuplaşma başladı. Dirichlet de Kummer'den etkilenenler arasındaydı ve 1839'da Kummer'e Preussischen Akademie der Wissenschaften muhabir üyeliğini teklif etti. Bu sırada Jacobi de Kummer için üniversitede bir görev ayarlama peşindeydi. Bunun sonucunda 1842'de Kummer, Universität Breslau'da profesörlüğe getirildi. On üç yıl boyunca sürdürdüğü bu görevde Kummer, temel düzeyden başlayarak en tepeye kadar tüm matematik derslerinden sorumluydu. Araştırma kısmına gelince, Kummer

sayılar kuramında uzmanlaşmaya başladı ve sonraki yirmi yıl boyunca özellikle ideal sayılar kuramı olmak üzere en çok tanındığı konular üzerine görüşlerini geliştirdi.

Bildiğimiz gibi Dirichlet, Göttingen'de Gauss'un yerine geçmek üzere 1855'te Berlin'den ayrılmıştı. Bunu bir dizi matematikçinin Alman üniversiteleri arasındaki yer değiştirmesi takip etti. Dirichlet'in Berlin'de ardılı olarak Kummer'i önermesi kabul gördü. Kummer Preussischen Akademie der Wissenschaften'in tam üyeliğine yükseltildi. Dirichlet gibi o da üniversitedeki görevinin yanı sıra Preussische Kriegsakademie'de profesörlüğe getirildi. Eski öğrencisi Kronecker'in de akademi üyeliğine seçildiği 1861'de Kummer, Kronecker'i üniversitede ders verme ayrıcalığını kullanması yönünde cesaretlendirdi. Böylece geleceğin üçlüsünün iki elemanı Berlin'e yerleşmiş oldu ve Kummer 1855'te Breslau'da boşaltmış olduğu kürsünün adaylarından biri olan Weierstrass'ı da bu ekibe dahil etmek için kolları sıvadı. Kummer eski öğrencisi Joachimstal'ın Breslau'a gitmesini ayarlayarak Weierstrass'ın Berlin üçlüsünü tamamlamasını sağladı.

On dokuzuncu yüzyıl Alman üniversitelerinde araştırma yöntemleri ve becerileri bilhassa seminerler, enstitüler, laboratuvarlar ve müzeler aracılığıyla gelişti. Seminer teriminin anlamı zaman içinde hayli değiştiğinden bu dönemdeki seminerlerin ilgili üniversitede resmi olarak oluşturulmuş birimler olduğunu belirtmekte yarar var. Her bir seminerin kendi bütçesi ve imkân dahilinde kendi kütüphanesi vardı. Öğrenciler kısıtlı olarak seminerlere üye olabiliyordu. Her seminer öğrencisinin kararlaştırılmış bir konu üzerinde ders vermesi ve başka işlerde de etkin bir biçimde yer alması gerekiyordu. O zaman için beşeri bilimlerde seminerlere sıklıkla rastlanıyor olsa da ilk Alman bilim semineri ancak 1825'te Berlin'de kuruldu ve hayli önemli bir yer haline geldi. Görünüşe göre bu seminerin kurulmasında Königsberg'de bulunan Jacobi'nin önderliğindeki gayri resmi seminer ve önce Berlin daha sonra da Göttingen'de Dirichlet'in idaresindeki bir diğer gayri resmi seminerin etkisi olmuştu. Yetkilileri bu seminerin kurulması yönünde ikna eden kişi Weierstrass'ın desteğini almış olan Kummer'di.

Kummer'in her zaman büyük bir titizlikle hazırladığı Berlin'deki dersleri analitik geometri, mekanik, yüzeyler kuramı ve sayılar kuramını kapsıyordu. Derslere çok sayıda öğrenci katılıyordu –kimi zaman bu sayı 250'ye kadar varıyordu. Weierstrass ve Kronecker derslerde kendilerinin son araştırma konularından bahsederken Kummer yalnızca sağlam temeller atmakla yetiniyordu. Kendi araştırmalarını seminerde tartışıyor ve diğer katılımcıları da bağımsız konularda araştırma yapmaları için teşvik ediyordu. Preussische Kriegsakademie'de ise tamamen farklı bir dinleyici kitlesine dersler veriyordu. Burada balistikle ilgili yaptığı deneysel çalışmalarla herkesi şaşkına çeviriyordu.

Kummer'in profesör olmasından kaynaklanan popülaritesi yalnızca derslerindeki açıklıktan değil aynı zamanda cazibesi ve mizahi yanından da kaynaklanıyordu. Ayrıca hem üniversite hem de Preussische Kriegsakademie'deki öğrencilerinin durumlarıyla da yakından ilgileniyor, sıkıntılı anlarında onlara büyük bir istekle yardım ediyordu. Bu nedenle öğrencilerinin ona olan bağlılıkları kimi zaman büyük bir coşkuya dönüşüyordu. Kummer'in resmi kayıtları onun tipik nesnelliğini, muhafazakâr tutumunu ve inatçılığını yansıtır. Jacobi olayları abartma alışkanlığıyla bilimin zaferinin hiçbir işe yaramamasına bağlı olduğunu belirttiğinde Kummer bu görüşe katıldı. O da matematiksel araştırmanın amacının herhangi bir uygulamaya bağlı olmaksızın bilginin zenginleşmesi olduğu görüşündeydi; matematiğin en ileri düzeyine ancak onun peşinden dışarıdaki dünyanın gerçeklerinden bağımsız olarak bizzat kendisini bir hedef olarak görerek gidilmesi halinde ulaşılabileceğine inanıyordu. Onun yüksek boyutlu geometriye olan itirazı da bu bağlamda değerlendirilmelidir.

Pek çokları için ağır bir yük olabilecek şey, araştırma yapmasını büyük ölçüde engellemedikten sonra her türlü öğretme biçimine karşı duyduğu isteği açık bir şekilde göstermiş olan Kummer için bir zevkti. Kriegsakademie'deki ek görevinden 1874'e dek vazgeçmedi. Üniversitede 1857-58 ile 1865-66 dönemlerinde dekan ve 1868-69 döneminde rektör olarak görev yaptı. 1865'ten 1878'e değin Preussischen Akademie der Wissenschaften'in daimi sekreterlik görevini sürdürdü. Görevleri arasında devlet törenlerinde ko-

nuşma yapmak da bulunuyordu. Kummer aynı zamanda Académie Royale des Sciences ve Royal Society of London'ın yabancı üyesiydi. 1857'de katılmadığı bir yarışmada Académie Royale des Sciences tarafından büyük ödüllerden birini layık görülünce hayli şaşırdı.

Kummer'in büyüklüğü ve sınırları (başka durumların yanı sıra) hiç ders kitabı yayımlamaması ve yalnızca makaleler ve ders notlarıyla yetinmesiyle ortaya konan bir tür kendini tutma halinde yatıyordu. Etki alanı meslektaşları Kronecker ve Weierstrass'a oranla çok daha genişti. Weierstrass, Kummer'in bir ölçüye kadar kendi döneminde ve bundan daha fazla bir biçimde sonraki dönemlerde matematikte neler olup bittiğiyle artık pek de ilgilenmediğini belirtecekti. "Ona Eukleides geometrisinin kanıtlanmamış bir aksiyoma dayandığını söyleseniz bunu onaylar; ancak bu görüşten yola çıkarak şu soru sorulabilir: Bu aksiyom olmadan geometri nasıl bir şeye benzer? Bu onun doğasına ters düşer; bu soruya yönelik olarak harcanan çabalar ve sonuçta elde edilen, ampirik olarak verilmiş ya da varsayılmış olandan kendini azat eden genel düşünceler ona göre boş spekülasyonlar ya da yalnızca bir hilkat garibesidir."

Kummer Dirichlet'in karısının kuzini Ottolie Mendelssohn'la 1840'ta evlendi. Ottolie sekiz yıl sonra ölünce Kummer yeniden evlendi. 1883'te yetmiş üç yaşındayken hafızasının ve düşüncelerini mantıklı, tutarlı ve toplu bir biçimde rahatça geliştirme becerisinin zayıfladığını belirterek beklenmedik bir biçimde emekli olmaya karar verdiğinde meslektaşlarını şaşırttı. Kimse böyle bir kötülemeyi fark etmemiş olsa da Kummer kararından vazgeçirilemedi ve öğretim üyelerini kendisinin yerine geçecek kişiyi bulma konusunda zorladı. Bu kişi, hakkındaki bilgileri daha sonra öğreneceğimiz eski öğrencisi Kronecker olacaktı. Kummer yaşamının son yıllarında sakin bir emeklilik dönemi geçirerek 14 Mayıs 1893'te seksen üç yaşında yaşama veda etti. Ardında ikinci eşi Bertha ve dokuz çocuğu kaldı.

Kummer'in üzerinde en uzun süreyle etki eden matematikçiler Gauss ve Dirichlet'ti. Kummer'in her üç yaratıcı dönemi de Gauss'un çalışmalarına ilişkin yazdığı bir makaleyle başlar. Dirichlet'e duyduğu saygıyı 1860'ta Preussischen Akademie der Wissenschaften'de onun anısına yaptığı bir konuşmada duygulu bir biçimde ifade etmişti. Kummer'in üzerinde en fazla etki bıraktığı kişi ise 1881 tarihli

bir mektupta entelektüel yaşamının matematiksel ve aslında en temel kısmı için kendisine teşekkür eden Kronecker'di. Bu saptamadan emin olmak için bu yorumun hangi zamanda yapılmış olduğu unutulmamalıdır; Kummer, Kronecker ve Weierstrass dostça, uyum içinde bir anlaşma ve yakın bilimsel ilişki içinde birlikte çalıştıkları yirmi yılın ardından 1870'lerin ortalarında neredeyse tamamen ayrılmalarına yol açan bir uzaklaşma yaşamışlardı. Kummer'in Kronecker'le devam eden dostluğu Weierstrass'ın Kummer'e yönelik tutumunda yansımasını göstermişti.

Bugün Kummer'in adı en çok her biri ayrı yaratıcılık dönemlerinden üç başarısıyla anılır. Fonksiyon kuramı döneminden, Gauss'tan çok daha öteye giderek hipergeometrik seriler kuramına uzanan araştırmalarında özellikle monodromi grupları ilk hesaplayan kişi olmasıyla hatırlanır. Aritmetik dönem Fermat'nın son "teoremini" çarpımsal ele alma tarzıyla göstermeye çabalaması sırasında ortaya koyduğu "ideal sayılara" tanıklık etmişti. Dirichlet Kummer'e asal olarak sayı cisimlerine yapılan çarpanlara ayırmanın sanki sarih bir genelgeçerliliği olmadığını gösterdiğinde Kummer ideal asal çarpanlar kuramını oluşturdu. Genel sayı cisimlerine sarih ayrışım yapılmasını sağlayan bu kuram sayesinde Kummer bazı durumlar için Fermat'nın teoremini açıklayabildi. Kummer'in kuramını yalnızca ilgi duyduğu problemler –Fermat'nın teoreminin ispatı ve genel karşılıklı ilişki yasası– açısından gerekli olacak şekilde titizlikle hazırlaması tam Kummer'e göre bir davranıştır. Kummer'in çalışmaları Dedekind ve Kronecker'in araştırmalarıyla geliştirildi ve böylece bu çalışmalar matematiğin aritmetikleştirilmesine büyük bir katkı yaptı. Hilbert'in *Zahlbereicht*'ı da (Sayılar Üzerine) büyük ölçüde Kummer'in düşüncelerine dayanır. Son olarak da Kummer'in kendisini Hamilton'ın izinden tamamen cebirsel olarak giderek ele aldığı genel ışın sistemleri kuramına adadığı geometrik dönemi gelir. Bu dönemde ayrıca, on altı yalıtılmış konik noktaya ve on altı tekil teğet düzleme sahip, kendi adıyla anılan dördüncü dereceden yüzeyi de keşfetmiştir. Bunlar ve elde ettiği diğer başarılar Kummer'in adının on dokuzuncu yüzyıl matematikçileri arasında yaratıcı bir öncü olarak yazılmasını sağlamıştır.

Evariste Galois (1811-1832)

Şimdi tekrar keskin ayrılıkların devam ettiği Fransa'ya dönüyoruz. Galois'nın kısa yaşamındaki melodram ve trajedi büyük ölçüde gönüllü bir tercihmiş gibi görünüyor. Ölümüne giden yol her türlü mantıklı açıklamayı saf dışı bırakıyor. Ölümünün hemen öncesinde yazdığı bir mektup şöyle sona erer: "Hatıramı canlı tutun çünkü kader bana adımı ülkeye duyurabileceğim kadar uzun bir yaşam vermedi." Tam anlamıyla anlaşılabilmesi belirli bir zaman aldıysa da Galois kuramı modern cebirin en önemli ve en güzel kısımlarından birini oluşturur.

Evariste Galois 25 Ekim 1811'de Paris'in biraz dışındaki Bourg-la-Reine kasabasında dünyaya geldi. Evariste, buradaki

yatılı okulun müdürü ve daha sonra da kasabanın belediye başkanı olan Nicholas-Gabriel Galois ile hukukçu bir aileden gelen Adelaide-Marie'nin (kızlık soyadı Demante) ikinci oğullarıydı. Her ikisi de iyi eğitim almış olan ebeveynlerden baba yaratıcı ve özgür düşünceli, anne ise dik kafalı ve aykırı biriydi. Evariste'in alışıldık olmasa da mutlu bir çocukluğu oldu. Onun da Gauss gibi olağanüstü bir hafızası vardı. On iki yaşına dek eğitimi bütünüyle annesi tarafından verildi. Anne oğluna klasik alanında bilgiler ve dine karşı kuşkucu bir tutum aşıladı. Adelaide-Marie güçlü bir karaktere sahip zeki, hayat dolu ve eli açık biriydi ama anlaşılan o ki sonradan parlak, hassas ama dik kafalı oğlunu zapt etme konusunda hayli büyük güçlük yaşamıştı.

1823'te geleceğin matematikçisi, yatılı öğrenci olarak girdiği zorlu ama itibarlı okul Lycée Louis-le-Grand'da resmi eğitimine başladı. Okula gelmesinin hemen ertesinde, yetkililerin muhafazakâr Cizvitleri yeniden personelin arasına almayı planladığından kuşkulanan bir grup öğrencinin yarattığı isyan benzeri bir durum gerçekleşti; olaylar kırk öğrencinin okuldan uzaklaştırılmasıyla sonuçlandı. İlk başlarda Galois sınavlarda hayli başarılıydı, retorikte zayıf olmasına karşın Concours Général'de üst sıralarda yer aldı. Görünüşe göre Galois ailesinde matematiğe karşı özel bir ilgi yoktu ve Galois da matematik çalışmalarına Lycée Louis-le-Grand'daki dördüncü yılına dek başlamadı. Öğretim programının geri kalan kısmını göz ardı ederek bir anda matematikte olağanüstü bir ilerleme kaydetti. Bu dönemdeki okul kayıtlarında karakteriyle ilgili "yalnız" ve "kapanık" ama "özgün" gibi yorumlar görünmeye başlar. Çok geçmeden genç adam Legendre'ın geometri ders kitabını ve Lagrange'ın diferansiyel denklemler ve analitik fonksiyonlar üzerine çalışmalarını incelemeye başladı. Ecole Polytechnique'e girebileceğini düşünse de standart ders programıyla ilgili hazırlığının yetersiz olması nedeniyle zorlu giriş sınavında başarılı olamadı.

Ertesi yıl Galois, onun sıra dışı yeteneklerini fark eden Louis Paul Emile Richard adındaki seçkin öğretmenle birlikte matematik çalışma şansına kavuştu. Daha sonra Hermite'in de öğretmenliğini yapacak olan Richard, Galois'nın matematik çalışmaları

konusunda son derece takdirkârdı. Bu sayede Galois henüz on yedi yaşındayken pek de önemli olmayan bir makale yayımladı. Makale sürekli kesirlere ilişkindi ve Mart 1829'da Gergonne'un *Annales*'inde yayımlandı. Galois bir süredir denklemler kuramı üzerinde çalışıyordu ve konuya ilişkin ilk makalesini iki ay sonra Académie Royale des Sciences'a gönderdi. Burada hakem olan Cauchy çalışmadan hayli etkilenerek bu çalışmayı akademiye kendisinin sunacağını söyledi; Galois henüz öğrenciydi. Ne yazık ki sunumu yapması gereken gün Cauchy rahatsızlandı ve bu olayın hemen ertesinde Galois (belki de Cauchy'nin tavsiyesiyle) matematik alanındaki büyük ödüllü yarışmaya teslim etmek üzere araştırmalarını bir raporda topladı. Bu konuya daha sonra döneceğiz.

Genç adamın babası kral yanlılarının yükselişe geçtiği bir dönemde ateşli bir Bonapartçı'ydı. Temmuz 1829'da intihar etti. Bu durumun en önemli nedeni onu belediye başkanlığı görevinden uzaklaştırmak isteyen bazı kral yanlılarının kasaba papazı liderliğinde yürüttüğü yıkıcı kampanyaydı. Belediye başkanı kasabada çok sevilen biriydi ve Bourg-la-Reine'in sakinleri onun adına yapılan bir anıtın masraflarını hep beraber karşıladı. Oğlu büyük bir keder içindeydi; bu olay onun yaşamında dönüm noktası oldu. Babasının ölümünden birkaç gün sonra Ecole Polytechnique giriş sınavında yine başarısız oldu (yalnızca iki hak tanınıyordu). Bunun üzerine itibarı daha az ama yine de saygın bir okul olan ve daha sonra Ecole Normale Supérieure adını alacak olan Ecole Préparatoire'e girmeyi denedi. Ne yazık ki laik bir kurum olması beklenen okulun o anda başında, öğrencileri dini uygulamalara yönlendiren sadık bir kral yanlısı bulunuyordu. Galois okula giriş şartlarını sağladı ve devlet eğitim sisteminde on yıl süreyle kalma zorunluluğuna ilişkin standart koşula tabi olarak Şubat 1830'da okula kabul edildi. Okula girmesinden çok kısa bir süre sonra Abel'in öldüğünü öğrenmesiyle Abel'in Crell'in *Journal*'ında çıkan makalelerinden de haberdar oldu. Galois, bu makalelerde kendisinin henüz keşfetmiş olduğu bazı sonuçlara Abel'in çoktan ulaşmış olduğunu görmüştü.

Galois 1830'un Nisan ve Haziran aylarında, normalde yalnızca tanınmış bilimcilerin çalışmalarını yayımlayan Baron de Ferussac'ın

dergisi *Bulletin des Sciences mathématiques*'te (Matematik Bilimleri Bülteni) birkaç kısa makale yayımladı. Derginin o zamanki yazı işleri müdürü Liouville'in arkadaşı olan ve bir Galois destekçisi haline gelen Sturm'du. Aynı sayıda Chasles, Cauchy, Jacobi ve Poisson'un da makaleleri yer alıyordu. Galois'nın dergideki makaleleri bizim şimdi Galois kuramı olarak bildiğimiz, Galois'nın denklemler kuramı üzerine çalışmalarının büyük bir kısmından oluşuyordu. Kurama ilişkin bir raporu da akademiye büyük ödüllü yarışma için teslim etse de bildiğimiz gibi ilgili sekreter, Fourier ağır hastaydı ve kısa bir süre sonra da yaşamını yitirmişti. Aslında Fourier raporu okumak üzere evine götürmüş ama rapor akademiye hiç geri gelmemişti. Bu arada Galois Ecole Préparatoire'de diferansiyel ve integral analizi üzerine yapılan ilk yıl sınavını geçmesine karşın sekiz aday arasında ancak dördüncü olabilmişti. Giderek daha fazla siyasi etkinliklere karışmaya başlamıştı.

Aşırı muhafazakâr Kral X. Charles'ın yönetimine karşı tırmanan protestolar Paris sokaklarında genişleyerek bir isyana dönüştüğünde tarih 1830'un yazını gösteriyordu. O zamanlar cumhuriyetçilerin merkezi olan Ecole Polytechnique'teki öğrenciler bu isyanda yer alırken Ecole Préparatoire öğrencileri bina kapıları kilit altına alındığından sokaklara çıkarak Ecole Polytechnique öğrencilerine katılamadı. Binlerce kişinin öldüğü "üç görkemli günün" ardından asiler başkente hâkim olmuş, kontrolü kaybeden kral tahttan feragat ederek kaçmıştı. Ancak çoğunlukla Bonapartçı ve cumhuriyetçi olan asiler, daha ılımlı ama yine de muhafazakâr olan Orléans dükünün Kral Louis-Philippe olarak tahta çıkmasına engel olamadı.

Galois gibi cumhuriyetçiler bu durum karşısında son derece büyük hayal kırıklığına uğradı. Monarşinin yeniden kurulması ona babasının ölümünden ve utancından dolayı yaşadığı kızgınlığı yöneltebileceği makul bir odak vermiş oldu. Yaz tatili için Bourg-la-Reine'e döndüğünde ailesi onun kişiliğindeki değişim karşısında hayrete düştü, delifişek bir cumhuriyetçi olup çıkmıştı. Galois Blanqui ve Raspail gibi cumhuriyetçi liderlerin etkisi altındaydı. Galois'nın cumhuriyetçi aktivistlerin yer aldığı *Société des*

Amis du Peuple adlı bir gruba katıldığı sanılıyor. Çok geçmeden bu grup dağıtıldı ve grubun daha militan üyeleri cumhuriyetçilerin kalesi Garde Nationale'e katıldı. Bu grup düzenli ordunun kontrolü altında olmayan silahlı bir organizasyondu ve beklendiği gibi yıl sona ermeden yasaklandı.

Bu arada Galois yaz aylarında Ecole Normale Supérieure adını alan Ecole Préparatoire'den atılmıştı. Atılma sebebi olarak öğrencileri silahlanmaya çağıran ve onun yazdığı düşünülen bir makalenin yayımlanması gösteriliyordu. Arkadaşlarını politik olarak heyecanlandırmak için uğraşıyor ama arkadaşları, verdikleri yetersiz destekten öteye geçemiyordu. Galois ayrıca kendi deneyimlerine dayanarak *Gazette des Ecoles*'e Paris'teki orta dereceli okullara ve yükseköğretimde verilen matematik eğitimine ilişkin düşüncelerini yazdı. Almakta olduğu burs okuldan atılması nedeniyle kesilmişti. Geçimini öğretmenlik yaparak, yatılı okul öğrencilerine özel matematik dersleri vererek sağlamaya çalıştı. Kendi kuramlarına ilişkin verdiği bir ders başarısız oldu. Aynı zamanda akademide de seminerlere katıldı. Daha önce gördüğümüz gibi bu seminerlerden birinin sonrasında Sophie Germain, o günkü konuşmayı yapmış olan Libri'ye "Vermiş olduğun en iyi konuşmadan sonra sana da bir örneğini verdiği rencide edici davranışlarını sürdürdü," diye yazmıştı.

Ulusal Muhafızlar'ın yasaklanmasının ardından grubun on dokuz üyesi silahlarını teslim etmeyi reddettiği için Nisan 1831'de mahkemeye verildi. Bu, hükümete bir saldırı düzenlemek için iyi bir fırsat sunmuştu. Beraat ettiklerinde Vendanges de Bourgogne adlı lokantada bir kutlama yemeği düzenlendi. Orada bulunanlardan romancı Alexandre Dumas daha sonra "Tüm Paris'te bu denli hükümet aleyhtarı iki yüz kişi bulmak neredeyse imkânsızdır," diye yazmıştı. Gruptan bazıları yasadışı olmasına karşın Ulusal Muhafızlar'ın üniformasını giymişti. Galois da bu kişilerden biriydi. Yemeği düzenleyenler polisle başlarının derde girmesini istemiyor olsalar da Galois ayağa kalkarak elindeki hançerle yeni kralın şerefine kadehini kaldırdığında işler kontrolden çıktı. Diğerleri onu takip etti ve yemek tam bir karmaşa içinde sona erdi. Dumas'yla birlikte pek çok kişi pencereden çıkarak lokantayı terk

etti. Galois ertesi gün annesinin evinde tutuklanarak 15 Haziran'a dek Sainte Pélagie Hapishanesi'nde tutuldu. Louis-Philippe'in yaşamına kastetmekten yargılandı, ancak, genç olması ve akılsızca hareket ettiği gerekçesiyle hemen beraat etti. Duruşma sırasında Galois tüm düşüncelerini olduğu gibi ortaya serdiğinden beraat kararı ciddi boyutta bir yumuşama göstergesiydi. Galois duruşmada "eğer ihanet ederse" kralı hâlâ öldürme niyetinde olduğunu belirterek "Louis-Philippe şimdi değilse bile yakında bir vatan haini olacak" şeklindeki düşüncesini de ekledi.

Bu arada Galois hâlâ büyük ödül için teslim ettiği çalışmanın bir parçası olan denklemler kuramına ilişkin raporuyla ilgili bir haber bekliyordu. En sonunda hâlâ hapishanedeyken akademiden, hakem Poisson'un şöyle bir rapor verdiği haberini aldı:

> Mösyö Galois'nın kanıtlarını anlayabilmek için her yolu denedik. İddiaları, doğruluklarına karar verebilmemiz açısından ne yeterince açık ne de yeterince geliştirilmiş ve bizler bu raporda bu durumun çerçevesini çizme durumunda değiliz. Yazar makalesinin temel noktası olan savın pek çok uygulamaya açık genel bir kuramın parçası olduğunu belirtmektedir. Genellikle bir kuramın farklı kısımları, ayrı ayrı olmasındansa birlikte ele alındığında birbirlerini açıklığa kavuşturarak daha kolay anlaşılır. Bu nedenle yazarın çalışmasını bir bütünlük içinde yayımlayacağını ve böylece bizim de net bir fikir oluşturabileceğimizi umuyoruz. Ancak akademiye teslim edildiği haliyle bu rapor için onay vermenizi tavsiye edemeyiz.

Bu hiç de mantıksız olmayan mektup devamında Galois'yı kuramına ilişkin daha eksiksiz bir rapor sunma konusunda cesaretlendirecek şekilde sürüyordu. Galois bu mektuba çok sinirlenerek akademicilerle işinin bittiğine karar verdi. Aslında çalışmasını özel bir yayıncıyla anlaşma düşüncesiyle gözden geçirdi (asıl kopya günümüze ulaşmamıştır) ama çabasını büyük ölçüde bilimsel kurumları ve özellikle de "vicdanlarında hâlâ Abel'in ölümünü taşıyan" akademicileri ağır bir dille kınadığı beş sayfalık önsöze yöneltti.

Galois 1831 Bastille Günü'nde yasadışı silah bulundurmaktan (dolu bir tüfek ve birkaç tabancının yanı sıra bir de hançer) ve

yasadışı Ulusal Muhafızlar'ın üniformasını giymekten yeniden tutuklandı. Polis onu tutuklamaya geldiğinde o, sokakta bir kortejin başında yürüyordu. Ekime dek Sainte Pélagie'de tutuldu ve üst mahkemece onaylanan altı aylık hapis cezasına çarptırıldı. Umutsuzluk içindeydi ve bir bunalım anında sevgili babasını düşünerek intihar girişiminde bulundu. 27 Temmuz günü mahkûmlara "üç görkemli günde" öldürülenlerin anısına düzenlenen ayine katılma izni verilmişti. İçlerinden çoğu siyasi mahkûm olduğundan ortam gergindi ve her an bir ayaklanmanın patlak vermesi bekleniyordu. Ertesi akşam sokağın karşı tarafından, gardiyanlardan birinin yaşadığı çatı katından bir el silah atılana dek hiçbir şey olmadı. Bir kişi yaralandı. Galois yaşananlar nedeniyle hapishane müdürünü suçlayınca zindana kapatıldı. Bunun ardından başlayan isyanı bastırmak üzere hapishaneye askerler çağrıldı. Mahkûmlar karşı koymadan teslim oldular ve böylece kimse yaralanmadan isyan sona erdi.

Mahkûmiyetinin son altı haftasında Galois şartlı tahliye edildi. O sırada Paris'te baş gösteren kolera salgınına karşı bir önlem olarak bir bakımevine gönderildi. Bu görece hoş ortamda Galois yeniden matematik düşünmeye başladı ve birkaç felsefi makale kaleme almayı başardı. 29 Nisan 1832'de serbest bırakıldı. Ne yazık ki yaşamının bir sonraki ve son olacak ayıyla ilgili çok az şey biliniyor. Bu günlere biraz olsun ışık tutabilecek olan polis kayıtları da 1871'deki Paris Komünü sırasında imha edildi. Galois, 25 Mayıs'ta Ecole Normale Supérieure'den yakın bir arkadaşı olan Chevalier'ye yaşamdan genel olarak duyduğu hoşnutsuzluktan bahsettiği ve bunun sebebinin de sona ermiş bir aşk macerası olduğu yönünde ipuçları verdiği bir mektup yazdı. Söz konusu kadın, bakımevindeki doktorun kızı Stéphanie Dumotel'di. Ondan aldığı iki mektubun Galois tarafından çıkarılmış kopyaları mevcut olsa da bunlar eksiktir ve bazı bölümleri okunamaz durumdadır. Dumotel 14 Mayıs tarihli ilk mektupta "Lütfen bu ilişkiyi bitirelim," diye yazar. Diğer mektupta ise başka birinin ona yaşatmış olduğu acılardan Galois'nın kendini, onu korumaya gelmek zorunda hissedebilecek bir biçimde bahseder.

30 Mayıs'ta Galois tabancayla bir düelloya katıldı. Karşısındaki kişinin kimliğine ilişkin bazı tereddütler olsa da bu kişinin bir önceki yıl mahkeme önüne çıkan on dokuz kişiden biri olan Pescheux d'Herbinville adındaki ünlü cumhuriyetçi aktivist olduğu sanılıyor. Ne olursa olsun, düello Galois'nın karnından vurulması ve saatler sonra yoldan geçen biri tarafından Hôpital Cochin'e kaldırılana dek öylece sokakta yatmasıyla sonuçlandı. Papazın yapacağı dini töreni reddeden Galois ertesi gün karın zarı iltihabından yirmi yaşında yaşamını yitirdi. Ölürken yanı başında kardeşi Alfred vardı. Evariste Galois Montparnasse'daki toplu mezara gömüldü. Bugün bize saçma gibi görünen nedenlerden dolayı düello yapmak o günlerde hayli sık karşılaşılan bir durumdu. Yaşadığı paranoya da dikkate alınırsa ölümle sonuçlanan bu düello için mantıklı bir açıklama bulunamayabilir ama hiç şüphe yok ki sevgili babasının intiharı ve kendine zarar veren eğilimleri bu sonucun etkenleri arasındaydı.

Galois ölümünün küçük ve alçakça bir şeyden dolayı olacağına inanmıştı. Trajik olansa bunun olmasına izin vermesiydi. Belki de sona eren aşk macerasının bununla bir ilgisi vardı ama Galois'nın çok daha önceden beri ölüme mahkûm olduğuna inandığını gösteren işaretler vardır. 1831'de ilk kez hapishaneye girdiğinde buradaki dostlarından biri de Raspail'di. 25 Temmuz'da hapishaneden yazdığı mektupta Raspail, Galois'nın ağzından şu sözleri aktarıyordu: "Ve söylüyorum size, ölümüm aşağı sınıftan bir koket yüzünden yapılan bir düelloda olacak. Peki neden? Çünkü o kadın, bir başkasının lekelediği onurunun öcünü almam için beni çağıracak." Düellodan bir gece önce dostlarına yazdığı mektuplarda Galois yine "adı kötüye çıkmış bir koketten" bahsetmişti. Galois şu cümleyi de mektubuna ekler: "İyi niyetli olduklarından beni öldürenleri bağışla."

Bu tuhaf sözcüklere ilişkin hayal gücünün sınırları içinde çeşitli senaryolar oluşturuldu. Pek çoğundan daha akla yatkın olan yakın zamanlı bir kurama göre Galois, cumhuriyetçi dava uğruna şehit olma arzusuyla öleceği biçimde sahte bir düello düzenlemişti. Amaç, suçun polisin üzerine kalması ve böylece yapılacak protesto-

ların bir isyana dönüşmesiydi. Siyasi arkadaşlarının suçlanmaması için bıraktığı mesajlarla insanları yanlış yerlere yönlendirmeye çalışmıştır. Normal bir düelloya girmesi durumunda mektupları ve yazdığı diğer şeyler hiçbir anlam ifade etmezdi. Bu kurama ilişkin söylenebilecek tek şey fedakârlığının işe yaramamış olabileceğidir çünkü ölümünün ardından bir ayaklanma baş göstermiş olsa da ayaklanmanın asıl nedeni başka bir şeydi.

Ölümünden önceki gece Galois, kendisi de matematikçi olan arkadaşı Chevalier'ye uzun uzun yazarken keşiflerini özetlemişti: "Yaşamımda çoğu kez emin olmadığım teşebbüsleri ileriye taşımak için tehlikeye atıldım ama burada yazmış olduklarım neredeyse bir yıldır kafamın içindeki şeylerdi. Tam ispatını yapamadığım teoremleri açıkladığımdan şüphelenildiği şeklinde kendimi aldatmamam benim iyiliğime olacaktır... Jacobi ya da Gauss'tan bu kuramların doğruluğuna ilişkin değil bunların önemlerine dair düşüncelerini söylemeleri için açıkça istekte bulun. Umarım bundan sonra bazıları, bu dağınıklığı düzenlemenin yararlı bir şey olacağını düşünecektir." Chevalier ve Evariste'in kardeşi Alfred matematik makalelerinin kopyasını çıkardı. Bunları Gauss, Jacobi ve diğer matematikçilere göndermiş de olabilirler ama kayıtlarda bunlara bir yanıt verildiğine dair bir bilgi bulunmuyor.

Mektubunda değindiği pek çok sonuç Galois'nın bilinen çalışmasından olsa da Galois cebirsel denklemler ile aşkın fonksiyonlar arasındaki bağlantıdan bahseder ve "muğlaklık kuramına" da gizli bir gönderme yapar. "Muğlaklık kuramı" muhtemelen cebirsel fonksiyonların çok değerliliğine ilişkin bir şeydi ve Galois'nın keşfettiği şey her ne idiyse bunun daha sonra Riemann'ın eline geçmiş olduğundan kesinlikle emin olabiliriz. Aşkın fonksiyonlara gelince, ileride Galois'nın beşinci dereceden denklemlerin eliptik modüler fonksiyonlar aracılığıyla çözülmesi konusundaki araştırmasını Hermite'in başarıyla tamamladığını ve Jordan'ın da böylesi fonksiyonların davranışına ilişkin olarak grup kuramını ortaya attığını göreceğiz. Matematik açısından trajedi ise Evariste Galois'nın yaşamının yirmi birinci yılındaki ölümü nedeniyle tamamlanamamış çalışmalarıydı.

J. J. Sylvester (1814-1897)

Şimdi Büyük Britanya'ya dönüyoruz. Victoria döneminin büyük matematikçilerinin yaşamlarında ve bu dönemin kendisinde matematik tarihçilerinin ilgisini çekecek çok fazla şey vardır. Zihninin üretkenliği, duyarlı kişiliği ve meslek yaşantısındaki değişimler Sylvester'ı özellikle ilgi çekici bir konu yapar. Bilimsel çalışmalarının önemi Sylvester henüz hayattayken kabul görmüş olsa da bugün Sylvester adı, Amerika'daki matematiksel araştırma ekolünün temellerinin atılmasında oynadığı rolle büyük bir saygıyla hatırlanır.

James Joseph Sylvester 3 Eylül 1814'te Londra'da dünyaya geldi. Babası, Londra Kulesi yakınlarında şarap ve alkollü içe-

cek ticaretiyle uğraşıyordu. Aile adının Joseph olmasına karşın James, kardeşlerinden birinin de yaptığı gibi soyadı olarak kendine Sylvester'ı aldı ve genellikle de bu adla tanındı. Matematiğe karşı olan yeteneğinin kısa sürede fark edildiği kuzey Londra'daki Yahudi okullarına gitmesinin ardından on dört yaşında Londra'daki University College'a girdi. Sylvester'ın buradaki öğretmenlerinden biri Augustus De Morgan'dı. Ancak birkaç ay sonra asabiyetini ve tahrikler karşısında verdiği heyecanlı tepkileri açığa çıkaran, yaşamı boyunca karşılaşacağı çok sayıda olayın ilk örneği sonucunda buradan ayrıldı. Bunun üzerine Liverpool'da başka bir okula geçti. Burada da diğer öğrencilerin çok ilerisinde olduğundan eğitimine bir sınıfta tek başına devam etti. Zor sorular sorarak öğretmenlerini alt etme eğiliminde, şaşırtıcı bir öğrenciydi. Henüz öğrenciyken, Birleşik Devletler'de Contractors for Lotteries (Piyango Yüklenicileri) adında bir kuruluşu birkaç yıldır uğraştıran kombinatorik* alanındaki zor bir uygulama problemini çözerek 500 dolar gibi büyük miktardaki ödüle sahip oldu.

Liverpool'da geçirdiği iki yıldan az bir sürenin ardından Sylvester Cambridge'deki St. John's College'ın eski bir hocası tarafından birkaç ay içinde yetiştirilerek 1831'de on yedi yaşındayken bu okula kabul edildi. Üniversite yılları yaşadığı hastalıklar nedeniyle kesintilere uğradı. Tripos** sınavını ancak altı yıl sonra tamamlayarak Junior Wrangler*** ilan edildi. (Bu, başarı değerlendirme sırasında ikinci olduğu anlamına geliyordu. George Green ise bu sıralamada dördüncü olmuştu; terim bize matematiğin ortaçağda üniversite derslerinin başlıca konusu olan Aristoteles mantığının yerine matematiğin konmuş olduğunu gösterir.) 1856'ya dek Cambridge'de yüksek lisans eğitimine devam edilebilmesi için İngiltere Kilisesi'nin 39 maddesinin resmi olarak kabul edilmesi gerekiyordu. Bu kural Katolikler ve Anglikan Kilisesi'ne karşı olanlar kadar Sylvester gibi Yahudileri de etkiliyordu. İngiltere Ki-

---

* Sonlu ya da kesikli bir sistemdeki diziliş biçimleri ile seçme ve benzeri işlemleri konu edinen matematik dalı. (ç.n.)

** University of Cambridge'de verilen matematik eğitimi bu adla anılır. (ç.n.)

*** University of Cambridge Tripos'unu üç yılda üstün dereceyle tamamlayan öğrenci. (ç.n.)

lisesi'ne katılmaya hazır olmadığından onun için öğretim kadrosu açılacak olmasına karşın bu göreve uygun değildi. Yıllar sonra bu koşul kaldırıldıktan sonra bile bu adaletsizliğin acısını unutmamıştı: "Bu konu üzerinde samimiyetle konuşabiliyorsam bu iç hesaplaşmamı yapmış olmamdandır çünkü, tam bir zihinsel gelişim ve üretici gücün gelişimi için ülke içinde ve dışındaki çalışma olanakları açısından benim yaşadığım telafi edilemeyecek kaybın, bu zalim kuralın, bu kadar uzun süren ve varlığını müzmin bir inatçılıkla sürdüren bu zehirli koruma sisteminin etkisiyle yararlı olabileceğim olanaklardan mahrum bırakılmamın ne olduğunu anlayabiliyorum."

Londra'daki University College'da bu tür sorunlar yaşanmamıştı. 1838'de Sylvester bu üniversiteye doğa felsefesi profesörü olarak döndü. Böylece eski öğretmeni De Morgan'ın da iş arkadaşı olmuştu. Sylvester burada genel olarak fen ve özelde de fizik dersleri vermekle yükümlüydü. Kolejdeki ilk iki üç yılında öğretmen olarak pek başarılı olmasa da kendisine Royal Society of London üyeliği getirecek nitelikte araştırmalar yayımlamaya başladı. On sekizinci yüzyılın ortalarından on dokuzuncu yüzyıl ortalarına dek cemiyet bir bilim derneğinden çok bir centilmenler kulübü* niteliğine bürünmüş olsa da gerçekleştirilen düzenlemeler sayesinde cemiyet üyeliğine özellikle de yirmi beş yaş gibi hayli genç bir yaşta seçilmek yeniden onur verici bir durum haline gelmeye başlamıştı. Sylvester, Cambridge'deki başarısı sayesinde Dublin'deki Trinity College'dan da üniversite diploması almıştı.

Sylvester 1841'de University of Virginia'da matematik profesörü olmak üzere Atlantik'in diğer yakasına geçti; bir Amerikan üniversitesinde kürsü sahibi olan ilk Yahudiydi. Savaş öncesinin Charlottesville'i pek de huzurlu bir yer değildi. Önceki yıl bir öğrenci bir hukuk profesörünü vurmuştu. Jefferson'ın** akademik köyündeki elit öğrenciler Sylvester'ı sıcak bir biçimde karşıladı. Yine de hem Yahudi hem de yabancı olduğundan gelmesine karşı

---

* İngiliz üst sınıf erkeklerin kabul edildiği ve yalnızca üyelerin dahil olduğu özel kulüpler. (ç.n.)

** University of Virginia kimi zaman kurucusu Thomas Jefferson'ın adıyla da anılır. (ç.n.)

çıkanlar da vardı. Sylvester'ın yalnızca birkaç ay sonraki beklenmeyen ayrılığına yol açan ortam tam anlamıyla net değildir ama bu durumun sınıfındaki bir öğrencinin dahil olduğu bir olaydan kaynaklandığına hiç şüphe yok. Bu durumu bir dizi şiddet içerikli olay izlerken Sylvester hak ettiğini düşündüğü desteği üniversiteden alamadı.

Sonuçta olaya ilişkin yanlış ve abartılı raporlar Sylvester'ın adına ve beklentilerine büyük bir darbe vurmuştu. Sonraki iki yıl boyunca herhangi bir sonuç elde edemeden Columbia, Harvard ve Güney Carolina gibi üniversitelerde akademik görev almaya çabalayarak New York'ta yaşadı. Ailenin diğer bireyleri New York'ta iş hayatı içindeydi ve görünüşe göre Sylvester da bu dönemde bazı kullanışlı pratik deneyimler elde etti. Yine de Sylvester'ın Birleşik Devletler'de bulunduğu zaman içinde Londra'daki üretken yıllarına tezat oluşturacak şekilde tek bir yayın bile yapmamış olması dikkat çekicidir. Matematiksel yeteneğine duyduğu güveni yeniden kazanması uzun süre alacaktı.

Meslek yaşantısını Amerika'da sürdürmek adına gösterdiği çabalarında başarıya ulaşamayan Slyvester 1843'ün sonlarında İngiltere'ye dönmeye karar verdi. New York'ta kazandığı iş deneyimi sayesinde Sylvester, Equity and Law Life Assurance Company'nin sorumluluk isteyen bir iş olan aktüerlik ve yazmanlık görevine getirildi. Arkadaşı Joseph Henry'ye şöyle yazmıştı: "Cemiyetin bilimsel danışmanı olmaktan biraz üstün bir görevle başladım ancak olaylar yönetimin tüm sorumluluğunu benim ellerime verecek şekilde gelişti ve işte şimdi mesleğim işadamlığı... Ofisin tüm yazışmalarının yürütülmesi, defterlerin kontrol edilmesi, zabıtların tutulması. Yani uzun lafın kısası yeni bir insana dönüştüm ve on iki ay önce üstlenmemem gerektiğini düşüneceğim işleri yapmak zorundayım." Düzenli olarak kıymet takdirinde bulunuyor ve Equity and Law Life Assurance Company'nin yanı sıra başka şirketlerin yöneticileri için de teftiş memurluğu ve bilimsel danışmanlık yapıyordu. Kurulmasında etkin rol oynadığı Institute of Actuaries'de ilk beş yıl boyunca başkan yardımcılığı görevini sürdürdü ve daha sonra da onursal üye seçildi.

Aktüerya iş hayatında yasal yetki sahibi olmak bir üstünlük getirdiğinden Sylvester hukuk eğitimine başladı. 1846'da Inner Temple'a* girdi ve dört yıl sonra avukat olarak baroya yazıldı. Hukuk eğitimi aldığı dönemde matematikçi Arthur Cayley'le uzun sürecek, önemli bir dostluk kurdu. Cayley, Cambridge'deki Trinity College'ın eski bir hocasıydı ve o dönemde avukatlık stajına başlamak üzereydi. Sylvester ve Cayley komşuydu. Sylvester, Equity and Law Life Assurance Company'nin ofislerinin bulunduğu Lincoln's Inn Fields** No: 26'da yaşarken Cayley de Lincoln's Inn'de*** 2 numarada bulunan Stone Buildings'te**** yaşamını sürdürüyordu. Hayli farklı kişiliklere sahip olmalarına karşın yakın arkadaş oldular ve uzun yıllar boyunca üretken bir ortaklık yürüttüler.

1850'ler Sylvester'ın adının uluslararası boyutta duyulmaya başladığı yıllardı. Bu dönemin ilk yıllarında gündüzleri aktüerya işleri akşamları ise matematik araştırmalarıyla uğraşıyordu: "Bir akşam doğanın zayıf enerjisini yeniden güçlendirmek üzere bir sürahi dolusu porto şarabıyla birlikte Lincoln's Inn Fields'taki ofislerden birinde otururken tek dereceler için ve hatta şimdiye dek anlayabildiğim kadarıyla çift dereceler için de ikili formlar kuramını bir bütün olarak keşfettim ve geliştirdim. İş bitmişti hem de çok iyi bir biçimde bitmişti ama bunun bedeli her zamanki gergin düşünceler oldu –kızışmış bir beyin, ayağın bir buz kovasına daldırıldığı andaki his ya da hissizlik. O gece hiç uyumadık."

Sylvester hâlâ akademik bir görev peşindeydi. 1854 yılında Woolwich'teki Royal War Academy'de matematik profesörlüğü boşalmıştı. Sylvester bu göreve atandı, ertesi yıl göreve başladı. Yılda kazanacağı 500 doların yanı sıra resmi ikametgâha ve diğer bazı haklara sahip olacaktı. Tahsis edilen ev, güzel bir bahçe içinde ferah bir yerdi. Sylvester, Londra'dan gelen dostlarıyla seçkin yabancı matematikçileri burada ağırlardı. Bahçesinin tam orta ye-

---

* İngiltere'deki avukat ve yargıçların baroya kaydolabilmek için üyesi olmaları gereken dört mesleki örgütten (lonca) biri. Bu loncalar aynı zamanda hukuk okulu işlevi görür. (ç.n.)

** Londra'nın en büyük park alanıdır. Çevresinde pek çok önemli yapı bulunur. (ç.n.)

*** Dört adli meslek örgütünden bir diğeri. (ç.n.)

**** Lincoln's Inn'deki yapılardan biri. (ç.n.)

rindeki ceviz ağacının altında, adının birlikte anıldığı bazı büyük buluşlara imza attı.

Sylvester'ın Royal War Academy'de verdiği derslere ilişkin görevi çok ağır olmadığından başka işlere de zaman ayırabiliyordu. Cayley'le sürekli yazışıyorlar, sık sık Lewisham yakınlarındaki bir yerde buluşuyorlardı. Cayley bu buluşmalara Londra'nın merkezinden Sylvester ise Woolwich'ten kolayca gelebiliyordu. Sylvester içlerinden biri de Florence Nightingale olan özel öğrenciler aldı. Sonraki yıllarda kadınların eğitimine yönelik tutumuyla zamanının çok ötesinde biri olduğunu gösterecekti. Yabancı akademisyenlerden payeler aldı. Ülke içinde ise Sylvester'a Royal Society of London'ın Kraliyet Madalyası verildi. Sylvester, ilk üyelerinden biri olduğu 1865'te kurulan London Mathematical Society'nin ikinci başkanı olmuştu.

Emeklilik yaşını elli beş olarak belirleyen genel bir düzenlemenin ardından Sylvester Woolwich'ten emekli olmak zorunda kalsa da ilk başta emekli aylığı alamayacak gibiydi. Bu durum en sonunda düzeltilince Sylvester da üyesi olduğu Athenaeum'u kendine merkez olarak seçti. Her zaman şarkı söylemeye düşkün biri olmuştu. Bu nedenle 1870 ile 1875 arasında Londra'da yaşamış besteci Charles Grounod'tan ders aldı. İşçi sınıfı toplantılarında konuşmalar yaptı. London School Board'a seçilmek amacıyla girdiği seçimleri kaybetti. Hamilton ve o dönemdeki diğer pek çok eğitimli kişi gibi Sylvester da klasikler konusunda çok bilgiliydi ve yazılarını edebi şeylerle ve anıştırmalarla süslemekten çok hoşlanırdı. Hemen hemen her zaman ve özellikle de matematik alanındaki etkinliği durduğunda büyük bir tutkuyla kendini şiire verirdi. "Milton'un görkemli kadansına rakip olabileceğine inandı ve adı yaptığı matematik kadar yazdığı dizelerle de hatırlanacaktır," ifadesi Sylvester'ın bir dostuna aittir. Editörler ve basımcılar açısından ise bu, çıldırtıcı bir deneyimdi: "Şiirlerinden biri tam çıkmak üzereyken değişiklikler ve düzeltmelerle dolu mektuplar, kartpostallar ve telgraflar yağmaya başlardı. Sanki son haline hiçbir zaman ulaşılamayacakmış gibiydi." *The Laws of Verse* (Şiirin Yasaları) adlı monografisi için "kişiliğine tuttuğu ışık nedeniyle son derece

değerli" değerlendirmesi yapılmaktadır. İki şair karşılaştırıldığında daha okunabilir olanı Hamilton'dı.

Sylvester artık akademik yaşantısının sonuna gelmiş olduğunu düşünebilirdi ama durum hiç de böyle değildi. 1876 yılında Baltimore'da Johns Hopkins University açılmıştı. İlk rektör Daniel Coit Gilman şu tavsiyede bulunmuştu: "Büyük bir matematikçiyi ve bir Yunanı kadroya katın. Böylesi adamlar bir konutta da bir sarayda da ders verebilirler... Bunların peşi sıra diğer hocalar gelecektir." Kendisine de fikri sorulan Joseph Henry ise şu tavsiyeyi vermişti: "Dolgun ücretler verilmeli. Böylelikle dünyadaki en iyi adam ayarlanmalıdır." Henry'nin önerisiyle Sylvester matematik profesörlüğüne getirildi.

Böylece Sylvester, Birleşik Devletler'de profesörlük görevine başlamak üzere ikinci kez Atlantik'i geçti. Bu kez başarıya ulaşmıştı. Johns Hopkins'te koşulların kusursuz olduğunu gördü. Ağır, rutin işlerle boğulmadığı gibi çevresinde becerikli asistanlar ve yetenekli öğrenciler vardı. Slyvester, daha sonra matematik alanında Amerika'daki ilk araştırma okuluna dönüşecek olan The Mathematical Seminary'yi kurdu. Bu okulun öğrencileri matematiği ilerletmek adına pek çok yerde araştırmalarını sürdürdüler. İlk başta yalnızca üç öğrencisi bulunmasına karşın bu öğrencilerden biri, hakkındaki bilgileri daha sonra okuyacağımız George Bruce Halsted'di. Halsted'in gelmesinden çok kısa bir süre sonra Sylvester yine Amerika'da bir ilk olan yeni bir matematik araştırmaları dergisini hayata geçirmekle uğraşıyordu. *American Journal of Mathematics*'in (Amerikan Matematik Dergisi) Johns Hopkins'te başlayan yolculuğu bugün hâlâ devam etmektedir. İlk başlarda dergide büyük ölçüde Amerikan üniversitelerinden, özellikle de Johns Hopkins'ten kişilerin makaleleri yer alsa da Cayley ve diğer bazı Avrupalı matematikçiler de dergiye katkıda bulunmuştu.

Sylvester'a Voolwich'tekine oranla çok daha fazla değer veriliyordu. Sylvester enikonu meslek yaşantısının en güzel günlerini yaşıyordu. Önde gelen bilim akademilerinin yabancı yardımcı üyesiydi ve başta Royal Society of London'ın Copley Madalyası olmak üzere sayısız akademik payenin sahibi olmuştu. University of

Oxford medeni kanun dalında ona doktora derecesi verirken Cambridge'deki eski koleji de onu onursal öğretim üyeliğine seçti. Amerika'da mutlu gibi görünse de İngiltere'ye dönme olasılığı Sylvester'a çekici gelmeye başlamış, 1883'te de böyle bir fırsat doğmuştu.

Çok yakın bir zamana dek University of Oxford ve University of Cambridge'de, bağımsız kolejlerden farklı olarak çok az sayıda akademik görev, esas olarak da sınırlı sayıda profesörlük bulunurdu. University of Oxford'da yalnızca astronomi ve geometri alanlarında 1612'de oluşturulan "Savile profesörlükleri" vardı. O zamanki Savile geometri profesörlüğü görevini yürüten kişi, yaşam öyküsünü daha sonra göreceğimiz seçkin sayı kuramcısı Henry Smith'ti. Smith'in ani ölümü profesörlüğün boşalmasına neden olmuş ve yaşanan tereddüdün ardından bu boşluğu Sylvester'ın doldurmasına karar verilmişti. Sylvester nihayetinde Baltimore'u, en itibarlı kürsülerden birine sahip olmak üzere 1883'ün sonlarında terk ettiğinde ülkesinde bir övgü dalgası yaşandı –şerefine bir altın madalya basıldı. New College'da öğretim üyeliğine seçildi ve evli olmadığından okul içinde kendisine oda tahsis edildi. Kolej öğretim üyeliği yapan ilk olmasa da Oxford'da profesörlüğe getirilmiş olan ilk Yahudiydi. Sylvester meslek yaşantısındaki bu yeni aşamaya büyük bir coşkuyla başlarken Cayley'e şöyle yazmıştı: "Oxford benim açımdan enfes bir ev olmaya başlıyor. Buradaki üniversitemiz sevgi dolu bir anne gibi tüm çocuklarını ve hatta kendi kucağında yetiştirmediklerini de bağrına basmak için kollarını herkese eşit bir şefkat duygusuyla uzatıyor." Bu keyif dönemi çok uzun sürmedi. Birkaç yıl sonra Gilman'a "Laf aramızda bu üniversite, tat alınacak ve zarif hafif bir edebiyat okulu olması dışında koca bir yalan," diye yazmıştı.

Savile profesörlüğüne getirildiğinde Sylvester neredeyse yetmiş yaşındaydı. Bir başka deyişle yaşı, bugün İngiliz üniversitelerinde geçerli olan normal emeklilik yaşından birkaç yıl daha ileridedyi. İlk başta matematik alanındaki yeteneklerini kaybetmemiş gibi görünüyordu. Ne var ki, University of Oxford'da geçirdiği on yılın ardından seksen yaşına yaklaşırken görmesi ve sağlığı öyle-

sine kötülemişti ki Sylvester üniversiteden kendisine bir yardımcı atanmasını talep etti. Bunun ardından Sylveter University of Oxford'da pek kalmayarak çoğu zaman Londra'da yaşadı. Bir süreliğine matematiğe ilişkin hiçbir şey düşünememesi nedeniyle üzgün ve neşesizdi. Ağustos 1896 civarında gücü ve zihni yerine gelince yeniden çalışmaya başlayarak London Mathematical Society için en son çalışması olacak makaleyi tamamladı. Birkaç ay sonra işteyken kalemini düşürdü. Kalemini yerden almak için eğildiğinde felç geçirdi. Bu olaydan sonra hiç konuşamadı ve 15 Mart 1897'de seksen iki yaşındayken yenik düştüğü ölümüne dek sağlığı sürekli olarak kötüledi.

Dış görünüşüne gelince, Sylvester hafif kısa biri olarak tarif edilirdi. Geniş ve iri bir başı, düzgün yüz hatları ve hoş gri gözleri vardı. Üç yağlıboya resim, iki madalya ve çeşitli fotoğraflardan oluşan bir dizi portresi bulunmaktadır. İlki Sylvester'ı Virginia'ya gitmesinin hemen öncesinde oturarak göründüğü ve ikinci kuşaktan akrabalarının elinde bulunan George Patten'ın yapmış olduğu yağlıboya tablodur. Mükemmel bir benzerliğe sahip olduğu söylenen tablo koyu kıvırcık saçları olan ve gözlüklü Sylvester'ı başındaki kep ve üzerindeki cüppeyle (Dublin'deki Trinity College'dan alınan) masa başında elinde tuttuğu bir kitapla resmeder. Kitaptaki resim bu tablonun röprodüksiyonudur. Diğer bir tablo ise Sylvester'ın eski kolejine sunulmak üzere A. E. Elmslie tarafından yapılmıştır. Bu tablonun da Sylvester'ın ilerlemiş yaşındaki haline benzediği söylense de Sylvester'ın yorgun olduğu gözlenir. Sylvester bu tablo için poz verdiğinde yorgun gözlerine gelen ışık nedeniyle gözünü zar zor açık tutabildiğini belirtmiştir.

Okulda öğrenci olduğu zamanlarda Sylvester "müşfik ve cesur ama haddinden fazla hassas" biri olarak betimlenmişti. Yıllar sonra *Oxford Magazine* "acı çekecek derecede hassas" biri olduğunu yazmış ve "mutlu olabilmesi için sürekli olarak insanların onun hakkındaki iyi düşüncelerine ve takdirine gereksinimi vardı" diye eklemişti. "Her zaman yaşamla mücadele etmek" onun kendisine ilişkin değerlendirmelerinden biriydi; kesinlikle kişisel düşmanlıklar yaratabilecek biriydi ve sonuçta kendini tartışmaların içinde bulu-

yordu. Johns Hopkins University'deki ardılı onu özetle şöyle değerlendiriyordu: "Sylvester asabi ve sabırsızdı ama eli açık, yardımsever ve yufka yürekli biriydi. Başkalarının çalışmalarına karşı son derece takdirkârdı ve öğrencilerinin göstermiş olduğu herhangi bir hüner ya da beceriyi en sıcak şekilde karşılardı. Azıcık bir kışkırtmayla tutkunun sınırlarına geçebilirdi ancak içinde hiç kin beslemez ve mümkün olan ilk fırsatta tartışmanın sebebini unutmak isterdi." Bu satırlar 1859'da Sylvester'ı "Hayli cana yakın buldum, keşke beraber yaşasaydık, benden onunla Woolwich'e gelmemi istedi," diyen günlük yazarı Hirst'ün deneyimleriyle pek de uyuşmuyordu ama çok geçmeden Hirst "Benim her yaptığımı ve söylediğimi öylesine yanlış anladı ki ilişkiyi devam ettirmek imkânsızdı," diyecekti.

Felix Klein on dokuzuncu yüzyılda matematiğin gelişimine ilişkin hazırladığı raporda "Kişilik olarak Sylvester dışarıya karşı hayat dolu, esprili ve kıpır kıpırdı; vurucu ve zeki şiirselliğiyle sık sık kendini farklılaştıran muhteşem bir konuşmacıydı; ruhunun parlaklığı ve çok yönlülüğüyle ırkının gerçek bir temsilcisiydi," şeklinde yazmıştı. Ne var ki, herkes onun muhteşem bir konuşmacı olduğu konusunda hemfikir değildi, en azından tüm konuşmalarında değil. Slyvester'ın London Mathematical Society'nin ilk toplantılarından birinde yapmış olduğu konuşmanın ardından De Morgan şunları yazmıştı: "Sylvester hoşuma gitti. Yaptığı gösteride yeni ve mükemmel bir teoremden (Newton kuralı üstüne) daha sıra dışı olan bir şey vardı: Güzel bir konuşma yaptı. Anlatacaklarını açık bir biçimde ortaya koyan bir konuşmacı olmuş. Bizimle birlikteyken (University College'da) tam anlamıyla bir felaketti. Derslikte ya da özel anlatımlarda olsun düşüncelerini bir arada tutamazdı. Ancak geçen gece aktarma, düzenleme ve yardımcı ayrıntıları *pro re rata** ortaya koyma becerisi gösterdi. Böyle bir değişimin olabileceğine inanamazdım."

Johns Hopkins'e gitmeden Sylvester'ın tekniği gelişmiş olmalı ve her halükârda orada ders verdiği öğrenciler onun sıra dışı tarzının hakkını daha iyi vermiş olmalılar. Mathematical Seminary'den iki öğrenci onu hayli net hatırlıyordu:

---

* Gerektiği kadar. (ç.n.)

Beyaz sakalı ve birkaç tutam aklaşmış saçı, düşünceleriyle kırışmış alnıyla onu şekilleri ve formülleri tahtaya yazarken şimdi bile görebiliyorum. Ama bir dakika, doğru olmayan bir şeyler var; ara veriyor, eli düşüncelerine yardım etmek için alnına gidiyor; yaptığı işin üzerinden tekrar geçiyor, belli başlı noktalara dikkat çekerek en sonunda sorunlu yeri buluyor. Sebep belki şekillerindeki bir hata belki de düşünürken kaçırdığı bir şey. Yine de bazen karşılaşılan güçlük açıklanamıyor ve dersin geri kalanında yapacak bir şey kalmıyor. Ama bir sonraki ders bu güçlüğün bir sonucu olarak yeni bir buluş ve *Journal* için hazırlamaya başladığı bir makaleden haberdar olacağız. Dönemin başında bir ders kitabına takip edilme niyetiyle başlanmışsa o kitap büyük olasılıkla dönemin geri kalanında ya da karşılaşılan o ilk güçlüğün bir sonucu olarak kafasındaki laboratuvardan fışkıran her bir yeni düşünce ve ilke sınıf tarafından dinlenene dek unutulmaya yüz tutacaktır. Kısa zamanda başka güçlükler ortaya çıkacak ve böylece hiçbir ders kitabının ömrü yarım dönemden daha fazla olmayacaktır.

Çok ilginç biriydi ama çok hızlı ve sürekli olarak o an için ilgisini çeken konu üzerine konuştuğundan söylediklerini not almak neredeyse olanaksızdı. Hiç durmadan silgiyi yerinden alır ama ne zaman bir şey silmek istese bu işi eliyle yapar sonra da elini alnına silerdi...

Yazlarını hep İngiltere'de geçirirdi. Hatırlıyorum da bir yaz Atlantik'i geçerken o zaman ilgilendiği konuyla ilgili makaleleri unuttuğunu fark ediyor. Liverpool'a doğru gitmesi gerekirken New York'a giden başka bir gemiye geçiyor ve makalelerini almak için Baltimore'a dönüyor. Dersi olduğunu unutması çok olasıydı. Sabah saat on dolayında kütüphaneye gelirdi, ben de aynı saatte orada olmaya dikkat ederdim. Dersi öğleden sonra saat birdeydi ve ders saati yaklaştıkça yapması gereken bir şey olduğunun bilinciyle huzursuzlanırdı. Ayağa kalkıp odayı terk ederken ben de onu yolun karşı tarafına doğru takip ederdim. Şehir merkezinde bulunan her zamanki kulübe doğru gitmeye başlardı. Ondan daha hızlı yürüyerek karşısına çıkar ve yolunu keserdim. Bunun üzerine "Profesör, bugün ders yok mu?" diye sorduğumda istisnasız olarak, "Hay aksi, unutmuşum. Hadi dönelim," diye yanıt verirdi.

Altmış yıla yayılan yaratıcı bir etkinliğin ürünü *The Mathematical Papers of Sylvester* (Slyvester'ın Matematik Makaleleri) tamamı yaklaşık üç bin sayfa olan dört büyük cilde ulaştı. Bazı

makaleleri ilgili oldukları konular üzerinde monografilere dönüştü. Sık sık *Journal of the London Mathematical Society*'de (Londra Matematik Derneği Dergisi) yayımlanması için makaleler teslim ediyordu. Bir keresinde gönderdiği makaleye bunun on yıldır yapmış olduğu en iyi çalışma olduğunu belirten bir not ekledi ve makale derneğin bu makaleyi zaten daha önce yayımlamış olduğunu bildiren bir notla geri döndü.

Sylvester'ın en önemli başarıları cebir alanındaydı. Cayley'le birlikte determinant kuramının geliştirilmesini ve bunun cebirsel olmayan konulara uygulanmasını sağladı. Cebircilerin dikkatinin denklemler kuramı (ki bu alanda da önemli çalışmalar yaptı) gibi çalışmalardan form, değişmezler ve bunun gibi kuramlara çevrilmesinde hayli etkiliydi. Elde ettiği pek çok sonuç temel ders kitaplarında yerini buldu. Cayley ve Sylvester'ın önemi sonradan anlaşılan zahmetli hesapları, yanlış yollara sapmış olsa da değişmezler kuramı "ölüme direniyor" ve özellikle cebircilerin ilgisini çekmeye devam ediyor. Sylvester cebir dışında yoğun bir biçimde başta bölüntü kuramı olmak üzere sayılar kuramı ve analitik olarak geometri üzerine çalıştı. Kombinatoriğe olan ilgisi yaşamı boyunca devam etti. Zaman zaman erken dönem yayınlarının konusu matematiksel fiziğe dönüş yaptı.

Victoria döneminde Britanya'da yapılan matematik araştırmalarının çoğunun dar görüşlü doğalara sahip olduğu yadsınamaz. Kıta Avrupa'sında Abel, Cauchy, Jacobi, Poincaré, Riemann, Weierstrass ve daha pek çokları matematiği devrime uğratmışlardı. Sylvester kıtadaki ve özellikle de Fransız matematikçilerle ilişki içinde olsa da yeni düşüncelere derinlemesine dalamıyordu. Bu duruma ilişkin en belirgin örnek birkaç yabancı dergide yayımlamış olduğu siklotomik fonksiyonlar kuramıydı. Yaptığı çalışmanın daha önceden Kummer tarafından gerçekleştirilmiş olduğunu gördü. "Bilge profesörün Kummer'in ideal asal sayılar kuramında elde ettiği temel sonuçları okumamış olduğu aşikârdır. Hem de Kummer'in kuramının tam bir özetinin yer aldığı Henry Smith'e ait sayılar kuramı raporu Profesör Sylvester'ın devamlı rehberiyken," biçimindeki eleştiri durumu ortaya koymaktaydı.

Ölümünün ardından Max Noether, *Mathematische Annalen* için Sylvester'ın matematik alanındaki başarılarına takdirlerini sunan bir yazı kaleme aldı. Noether bu yazısında, modern matematiğin temel kavramı olan sürekli fonksiyon kavramının Sylvester'ın çalışmalarında hiç yer almadığını, daha doğrusu yalnızca çok kısıtlı bir biçimde değinildiğini belirtir. Yorumlarına şöyle devam eder:

> Sylvester'ın kendi çalışmasına duyduğu şevk onun tipik özelliklerinden birine işaret eder: Eserlerinde ve yayınlarında var olan yüksek derecedeki öznellik. Sylvester o an için dikkatini yönelttiği konuya kendisini öylesine kaptırırdı ki ona önemli olan, kayda değer olan ve gelecek vaat eden her şeyin zirvesinde bu konu varmış gibi gelirdi ve durumu da bu şekilde adlandırırdı. Böylece fantezi ve hayal gücü, kendisinin konuyu aktarabileceğinden çok daha fazla harekete geçer ve bu nedenle de ana konusunun hakkından gelme becerisini göstermek şöyle dursun konuyu düzenli bir biçimde sunamazdı.

Karl Weierstrass (1815-1897)

Karl Weierstrass, Gauss ve Riemann'ın ardından on dokuzuncu yüzyıldaki en önemli Alman matematikçiydi. Cauchy'nin analizdeki ilk keskin devrimi gerçekleştirdiğini söylersek Weierstrass için de ikinci devrimin sorumlusu diyebiliriz. Meslek yaşantısının ilk yılları pek de kolay geçmemişti ama daha sonra Berlin'de en parlak dönemlerinin yaşandığı bir zamanda matematiğe yön verdi. Bu mütevazı ama aynı zamanda ürkütücü matematikçi, Sonya Kovalevskaya'yla karşılaşıp ona destek olduğunda kişiliğinin, hakkında çok az şey bildiğimiz cana yakın yanını da görürüz. Eliptik fonksiyonlara ilişkin klasik kuram esas olarak her biri farklı bakış açılarına sahip Abel, Jacobi ve Weierstrass'ın eseridir.

Ostenfelde, Münster yakınlarında küçük bir Alman kasabasıdır. Tam adıyla Karl Theodor Wilhelm Weierstrass burada 31 Ekim 1815'te dünyaya geldi. Yani Kummer'den beş yaş küçüktü. Babası Wilhelm belediye başkanının kâtibiydi; adının Theodora (kızlık soyadı von der Forst) olduğu ve tıpkı kocası gibi içten bir liberal Katolik olduğu dışında annesiyle ilgili fazla şey bilinmiyor. Oğulları Karl doğduğunda beş aylık evliydiler. Karl en büyük çocuklarıydı. Karl'ın üç kardeşi daha oldu: Peter, Klara ve Elise. Elise'in 1826'daki doğumundan kısa bir süre sonra Karl'ın annesi yaşamını yitirirken babası bir yıl sonra yeniden evlendi. Bir zamanlar öğretmenlik yapmış olan zeki ve eğitimli babası, kendini beğenmişliği ve ödün vermeyen otoritesiyle bilinirdi. Oğullarının iyi bir eğitim alarak kamu yönetiminde, kendilerine rahat bir yaşam sağlayacak birer meslek sahibi olmalarını istiyordu.

Ailenin yaşadığı Ostenfelde'de ortaokul olmadığından küçük Karl eğitimine yakınlardaki Münster'de başladı. Karl, on dört yaşına geldiğinde babasının gümrük bürosunda önce yardımcı personel daha sonra da mali işler müdürü olduğu Paderborn'daki *gymnasium*'a gitti. Fransa'da olduğu gibi buradaki okul da öğrenciler arasında rekabeti teşvik ediyordu ve genç Weierstrass bu rekabet ortamında başarılı oldu. Weierstrass, 1834'te okulu, hemen hemen her alanda ödüller kazanmış olarak, döneminin en iyileri arasında tamamlamıştı. Genç adam hukuk, yönetim ve ekonomi eğitimi almasının beklendiği Universität Bonn'a kaydoldu. Daha sonra Weierstrass'ın o zamanlar pek de iyi verilmeyen matematik alanına daha yatkın olduğu anlaşılacaktı. Derslerden uzak durarak kendi başına matematik çalıştı, eskrim dersleri aldı ve öğrenciliğin tasasız yaşamının tadını çıkardı. Weierstrass, dört yılın ardından herhangi bir derece elde etmeden evine döndü ama daha sonra büyük başarıyla geliştireceği temel matematiksel ilkeleri çoktan kurmuştu.

Olanları tam bir başarısızlık olarak değerlendiren babası onun bürokrat değil de öğretmen olmasının daha iyi olacağına karar verdi. Weierstrass bunun üzerine gerekli sertifikayı almak için 1839'da Münster'deki Theologische und Philosophische Akademie'ye gitti. Laplace'ın *Mécanique Céleste* adlı eserine zaten aşina olan Weier-

strass, Jacobi'nin eliptik fonksiyonlar kuramını anlamaya çalışıyordu. Weierstrass, akademide tek öğrenci olarak takip ettiği eliptik fonksiyonlar dersini veren matematikçi Christoff Gudermann'dan etkilenmeye başladı. Eliptik fonksiyonları güç serileri kullanarak ifade etme problemi Gudermann'ın özellikle ilgilendiği bir konuydu. Bu analiz yaklaşımı Gudermann'ın öğrencilerinin meslek yaşantılarında derin etkiler bırakacaktı. Weierstrass yalnızca öğretmenlik yapabilmesi için bir sertifikaya gereksinim duyduğu halde Gudermann'ı, sertifika sınavına bu problemi de dahil etmesi konusunda ikna etti. Gudermann, Weierstrass'ın yazdıklarından etkilenerek genç adama üniversitede derhal bir görev verilmesi gerektiğini salık verdi. Ancak akademinin tek yapabildiği ona öğretmenlik yapmasını sağlayacak sertifikayı vermek oldu.

Weierstrass, bir yıllık deneme süresi geçireceği öğretmenlik mesleğine 1841'de Münster'deki *gymnasium*'da başladı ama ertesi yıl Batı Prusya'da Deutsche-Krone olarak bilinen gösterişsiz bir yerdeki benzer bir okula geçti. Aynı yıl ilk matematiksel çalışması *Analitik Faktöriyeller Üzerine Notlar* (bugünkü tabirle Gamma fonksiyonları) okulun bir yayınında basıldı. Derginin kısıtlı sayıda insana ulaşıyor olması bu çalışmanın öneminin hemen anlaşılmasını engelledi. Aslında çalışmanın önemi ancak on yıl sonra anlaşılabilmişti. Bu arada Weierstrass genellikle geceleri olmak üzere derslerden arta kalan tüm zamanlarında araştırmalarına devam etmişti.

Weierstrass, 1848'in sonbaharında Baltık Denizi kıyısında yer alan Doğu Prusya kenti Braunsberg'deki *gymnasium*'a geçti. Burada matematik ve fiziğin yanı sıra Almanca, botanik, coğrafya, tarih, jimnastik ve hatta güzel yazı dersleri veriyordu. Bu yıllarda Weierstrass'ın ne matematik üzerine konuşabileceği bir meslektaşı ne de yararlanabileceği bir matematik kütüphanesi vardı. Mektupla bilimsel yazışmalar yapmak bile onun için karşılanamayacak bir lükstü. Tüm boş zamanlarını matematik araştırmalarına ayırıyor özellikle de Abel'in çalışmasıyla ilgileniyordu. Sonuçta okul dergisine "Abel integralleri kuramına katkılar" başlıklı bir makale yazdı. Bu derginin de sınırlı sayıda insana ulaşması buluşlarının fazla

dikkat çekmeyeceği anlamına geliyordu. Aşağıdaki öykü Weierstrass'ın o zamanlardaki yaşamına ilişkin küçük bir fikir verebilir:

> Bir sabah (Braunsberg Gymnasium'daki) sınıfların birinden büyük bir gürültü geliyordu. Sorup soruşturunca anlaşıldı ki problem saatine gelmesi gereken Weierstrass henüz ortalarda görünmemişti. Müdür Weierstrass'ın evine bizzat giderek kapıyı çaldı. Müdür içeri girdiğinde Weierstrass'ı kapkaranlık bir odada hafifçe ışık veren bir lambanın altında oturur buldu. Dışarısıysa çoktan aydınlanmıştı. Müdür Weierstrass'a öğrencilerinin kopardığı yaygaradan bahsettiğinde onun verdiği tek yanıt o an için çalışmasını bölemeyeceğiydi. Bilim çevrelerinin dikkatini çekecek önemli bir buluş yapmak üzereydi.

Bu arada Weierstrass'ın babası ve üvey annesi Vestfalya'nın Lippstadt kenti yakınlarındaki bir köye taşınmıştı. Weierstrass onları ziyaret ettiği 1853 yazında Abel integrallerine ilişkin bir makale daha yazarak bu kez makaleyi öğrencilik yıllarından beri tutkulu bir okuyucusu olduğu Crelle'in *Journal*'ına gönderdi. Bu makale 1854'te yayımlandığında Weierstrass neredeyse bir gecede şöhrete kavuşmuştu. Hipereliptik integrallere ilişkin çok önemli bir problemi başarıyla çözen mütevazı öğretmen bir anda zamanının en önde gelen analizcilerinden biri oluvermişti. Universität Königsberg Weierstrass'a derhal onursal doktora derecesi verdi. Braunsberg Gymnasium'u Weierstrass'a izin vererek onun tam zamanlı olarak araştırmalarına devam etmesini sağladı. Neredeyse kırk yaşındaydı ve akademik kariyeri ciddi anlamda daha yeni başlıyordu. Breslau'da bir kürsü sahibi olmayı denedi ama bu çabası sonuçsuz kaldı. Avusturya üniversitelerinden aldığı teklifler çekici gelmedi. Yine de 1856'ya gelindiğinde daha önce de gördüğümüz gibi Kummer, Weierstrass'ın Berlin'e taşınması için bir fırsat yaratmıştı.

O yıl Weierstrass Technische Hochschule Berlin'de profesörlüğe ve üniversitede doçentliğe getirildi. Preussischen Akademie der Wissenschaften'in de üyeliğine seçildi. Daha önceki çalışması Analitik Faktöriyeller Üzerine Notlar'ın genişletilmiş bir versiyonu Crelle'in *Journal*'ında yeniden yayımlanarak nihayet makul sayıda bir okuyucuya ulaştı. Weierstrass Berlin'de vakit geçirmeden ağır

bir ders programı yüklendi. İlk başta hiçbir surette açık ve düzenli olmayan derslerine yine de çok sayıda öğrenci katılıyordu. 1864'te üniversitede profesörlüğe getirilince diğer görevinden ayrıldı. Giderek büyüyen bir dinleyici kitlesinin önünde kuramlarını açıklayarak yıllar içinde derslerine katılan önemli bir çevre oluşturdu. Derslere katılanlar yalnızca Almanya'dan değil, başka ülkelerden ve hatta Amerika'dan geliyordu. Kendi araştırmalarını kaleme alma konusunda isteksizdi. Görüşlerinin geniş kesimlerce öğrenilmesi esas olarak izinsiz yayın yapmanın sınırlarında dolaşan öğrencilerinin çalışmaları sayesinde gerçekleşmişti. En sonunda öğrencilerinden biri 1886'da onun da onayını alarak Weierstrass eliptik fonksiyonlar kuramına ilişkin kapsamlı bir rapor yayımladı.

Araştırmasının esasını güç serilerinin analitik sürekliliği yöntemi oluşturuyordu. Düzgün yakınsama kavramını ilk kullanan kişi olurken pek çok açıdan da modern fonksiyon kuramının temellerini oluşturmuş kişiydi. Weierstrass, analiz dışında Gauss'un gerçel sayılar cisminin tek değişmeli cebirsel genişletmesinin kompleks sayılar cismi olduğunu öne süren ifadesini kanıtladı. Sonraki yıllarda güneş sisteminin uzun dönemli kararlılığına ilişkin astronomi problemine de ilgi gösterdi. Ancak, eksiksiz olduklarını düşünmediğinden geometrik ispatlara pek de aldırış etmedi.

Weierstrass kötü bir konuşmacı olmasına karşın anlaşılan iyi bir öğretmendi. 1874'te Weierstrass'ın bir dersine katılmasının ardından Mittag-Leffler, Abel'in yol göstericisi Holmboe'ya şöyle yazmıştı:

> Bilimsel açıdan değerlendirdiğimde Berlin'de geçirdiğim zamandan son derece memnunum. Burada öğrendiğim kadar bilgiye hiçbir yerde rastlamamıştım. Weierstrass ve Kronecker'in Almanya için pek de alışılmış olmayan bir tutumları var: Mümkün olduğunca yayın yapmaktan kaçınıyorlar. Bilindiği gibi Weierstrass neredeyse hiçbir şey yayımlamıyor. Kronecker ise yalnızca elde ettiği sonuçları kanıtlarına yer vermeden yayımlamayı tercih ediyor. Araştırmalarının sonuçlarını derslerinde sunuyorlar. Günümüz matematiğinin Weierstrass'ın fonksiyon kuramı ya da Kronecker'in cebiriyle rekabet edebilecek herhangi bir şeyi işaret etmesi pek mümkün görünmüyor. Weierstrass,

fonksiyon kuramını derslerinde iki üç yıllık döngüler halinde anlatıyor. En basit ve açık temel düşüncelerle başlayarak eliptik fonksiyonlar kuramının tamamını ve bu kuramın Abel fonksiyonlarına, varyasyonlar analizine vd. uygulanışını adım adım kuruyor. Tüm bunların ötesinde sisteminin asıl özelliği tamamen analitik olması. Çok ender geometriye başvuruyor ve bunu yaptığında da geometriyi yalnızca tasvir amaçlı kullanıyor. Bana göre bu, Riemann ve Clebsch ekollerine kıyasla kesinlikle bir üstünlük. Çıkış noktası olarak Riemann yüzeylerini alarak tamamen eksiksiz bir fonksiyon teoremi oluşturmak elbette mümkün ve Riemann'ın geometrik sistemi Abel fonksiyonlarının şu an için bildiğimiz özellikleri açısından yeterli. Ama Riemann'ın yaklaşımı bir yandan yüksek dereceli aşkın fonksiyonların özelliklerini ortaya koymakta başarısız olurken bir yandan da fonksiyon kuramına esas itibariyle bütünüyle yabancı unsurlar eklemekte. Clebsch'in sistemine gelince, yüksek dereceli aşkın fonksiyonların en temel özelliklerini dahi açıklayamamakta ki bu çok doğal çünkü analiz, geometriye göre son derece genel.

Weierstrass'ın bir diğer özelliği de çoğunlukla tüm genel tanımlardan ve fonksiyonlara ilişkin tüm kanıtlardan kaçınması. Ona göre bir fonksiyon ile bir güç serisi özdeş olduğundan her şeyi güç serilerini kullanarak çıkarsamakta. Yine de bu bana kimi zaman hayli zorlu bir yol gibi görünüyor. İnsanın Cauchy ve Liouville gibi genel ve aynı zamanda eksiksiz tanımlarla yola çıkarak hedefine daha kolay ulaşamamasını aklım pek almıyor. Weierstrass'ın ve onunla birlikte Kronecker'in bir diğer özelliği ise kanıtlarının açıklığı ve kesinliği. Aynı şekilde, temel matematiksel düşüncelerine herhangi bir metafizik düşüncenin akın etmesine karşı duydukları Gauss'tan miras kalan kaygıları, çıkarımlarını basit ve doğal kılmış. Şimdiye dek bu kadar sistematik ve kesin çıkarımlara hemen hemen hiç rastlanmamıştır.

Aynı mektuba Mittag-Leffler şöyle devam etmişti: "Şu anda Weierstrass'ın büyük umut bağladığı birkaç genç ve gayretli matematikçi var. Bu isimlerin en başında Weierstrass'ın 'şimdiye kadarki en iyi öğrencim' dediği Rus kontes genç Sofiya V. Kovalevskaya geliyor. Kovalevskaya, kısa bir süre önce Göttingen'deki fakülteden doktora derecesini aldı. Doktora derecesi Kovalevskaya'nın gıyabında yakında Crelle'in dergisinde yayımlanacak iki çalışmasına atfen verildi. Bu çalışmalardan biri kısmi diferansiyel denklemler diğeri ise Satürn'ün halkaları üzerineydi." Bu büyük kadın

matematikçi, daha bilinen adıyla Sonya Kovalevskaya'nın öyküsüne 6. Bölüm'de geri döneceğiz.

Weierstrass'ın çoğu öğrencisi onun kuramlarını ilahi sözlermişçesine kabul ederdi. Kuramlara dair şüphe duyulması bile söz konusu değildi ve Weierstrass kendi çalışmaları dışında çok az kaynağa gönderme yaptığından bunların kontrol edilmesi de neredeyse olanaksızdı. Weierstrass'ın çok etkili bir öğretmen olmasından dolayı Riemann'ın kuramlarına karşı gösterdiği direnç maksadının çok ötesinde sonuçlar doğurdu. 1875'te bir meslektaşına yazdığı mektupta bu durumu şöyle açıklamıştı:

> Fonksiyon kuramı üzerinde uzun uzun düşündükçe ki buna ara vermeksizin devam ediyorum, kuramın basit cebirsel doğrular üzerine kurulması konusunda daha fazla ikna oluyorum. Bu nedenle basit ve temel cebirsel önermeler üzerine inşa etmek yerine –kısaca söylemek gerekirse– "aşkın fonksiyonlara" başvurulursa, örneğin Riemann'ın cebirsel fonksiyonların çok sayıda önemli özelliğini keşfetmesiyle ortaya çıkan yansımalar ilk bakışta ne kadar etkileyici olursa olsun yanlış yol seçilmiş demektir. Bir araştırmacının araştırmalarında takip ettiği asli rota boyunca tüm yolların açık olması gerektiği aşikârdır. Buradaki asıl konu yalnızca sistematik kuramsal temel sorunudur.

Weierstrass Universität Berlin'de sahip olduğu geniş yetkiden hoşnut olsa da ara sıra meslektaşlarının muhalefetiyle karşılaşırdı. Bu durumun hoş olmayan bir örneği 1870'lerin sonlarında meslektaşı Kronecker'le aralarındaki dostluğun ciddi biçimde yara almasıyla yaşandı. Bunun nedeni bir parça da Kronecker'in Weierstrass'ın öğrencilerinden biri gibi olan Cantor'la yaşamaya başladığı şiddetli anlaşmazlıktı. *Reductio ad absurdum*'a* dayanan iddiaları kabul etmeyen Kronecker çok geçmeden Weierstrass'ın kendi çalışmalarını da eleştirmeye başladı. Kronecker, Weierstrass'ın çok sayıda değişkenin teta fonksiyonları üzerine yapmış olduğu tüm çalışmada öncelik iddia edince ve hatta Weierstrass'ın aslında onun öğrencisi olduğunu söylemeye kadar işi vardırınca aralarındaki ilişki kop-

* Bir şeyin mantıksızlığının ispatı. (ç.n.)

ma noktasına geldi. Olanlar karşısında büyük bir sıkıntı yaşayan Weierstrass İsviçre'ye gitmeyi ciddi olarak düşündü. Weierstrass, Jacobi ve Kronecker gibi Yahudi matematikçilerin Riemann ve kendisi gibi Yahudi olmayan matematikçilere göre daha az yaratıcı olduğu görüşündeydi. O zamanlar çok yaygın olan bu görüş daha sonra Klein tarafından da benimsenecekti.

Weierstrass felsefi görüş itibariyle bir Kant takipçisiydi. Şaşmaz bir pasifist olarak on dokuzuncu yüzyıl ortalarında Prusya'nın Avrupa kıtasının büyük bir kısmını istikrarsızlaştıran egemenlik hareketinde hiçbir şekilde yer almadı. Ilımlı ve hoşgörülü dini görüşlere sahipti. Katolik inanışına göre yetiştirilmiş olmasına karşın 1873'te Universität Berlin rektörlüğüne getirilmesi sonrası yaptığı konuşmasında Reform'un kültürel önemine dikkat çekmişti. Eğitim konusundaki tutumuna yönelik olarak da şunları söylemişti:

> (Eğitimdeki) başarı büyük ölçüde öğretmenin öğrenciyi sürekli olarak araştırmaya yöneltmesine bağlıdır. Ancak bu şans eseri olacak bir şey değildir aksine, esas olarak öğretmenin ders konusunu ve önemli noktaları iyi düzenlemesinden geçer. Öğretmenin dersi bir disiplin içinde sunması öğrencilerin en yeni düşünceleri düzgün bir biçimde anlamasını sağlar. Böylece konuya aşina olan düşünür, bir mantık çerçevesinde daha önceki olgun araştırmadan ilerleyerek yeni sonuçlara ya da var olandan daha iyi temellere ulaşacaktır. Sonrasında öğretmen, bilimin henüz aşmadığı sınırları ve ileriye dönük hamlelerin yapılabileceği olası noktaları belirleme konusunda hataya düşmemelidir. Bir üniversite öğretim üyesi, öğrencilerinin araştırmalarına daha derinlemesine girmelerinden kaçınmamalı ve geçmişte yaşadığı hata ve hayal kırıklıkları konusunda da sessiz kalmamalıdır.

Bu ifadeyi, Mittag-Leffler'in daha önce de alıntı yaptığımız Holmboe'ya yazılan mektuptakilerle karşılaştırmak ilgi çekicidir:

> Biçim açısından Weierstrass'ın ders verme şekli her türlü eleştiriyi hak ediyordu. En sıradan Fransız matematikçisi bile böylesi dersler verecek olsa tamamıyla yetersiz bir öğretmen olarak değerlendirilir. Yine de Weierstrass'ın verdiği ders, büyük zorluklarla onun kafasında tasarlamış olduğu biçime dönüştürülebilirse her şeyin açık, basit ve sistematik olduğu görülür. Belki de

onu bütünüyle anlamış gerçekten çok az sayıda öğrencisinin bulunmasının ve buna bağlı olarak araştırma yönetimine ilişkin çalışmaların bu denli az kalmasının nedeni bu yetenek eksikliğiydi. Yine de bu durum onun çoğu zaman neredeyse bir tanrı gibi kabul görmesini etkilememişti.

Ustanın 1885'teki yetmişinci yaş günü ona yücelik ithaf edilen ve tüm Avrupa'dan takipçileri ile eski öğrencilerinin toplandığı bir olay haline gelmişti. Kendisine bir altın madalyayla beraber çok çeşitli ülkelerden öğrenci, arkadaş ve meslektaşının fotoğraflarının bulunduğu harika bir albüm hediye edildi. Mermerden büstü törenle açıldı. Daha sonra evine az sayıda öğrencisini çağırmaya devam etse de giderek daha az sayıda kamuya açık dersler verdi. Öğrencileriyle yaptığı matematik konuşmalarını sona erdirdikten sonra gençlik günlerinden bahsetmeye başlardı. Berlin'de geçirdiği otuz yıl boyunca sağlığı sürekli olarak kötü durumdaydı. Baş dönmesi, bronşit ve flebitten şikâyetçiydi. 1894'te tekerlekli sandalyeye mahkûm oldu. Karl Weierstrass 19 Şubat 1897'de seksen bir yaşındayken grip sonrası yakalandığı zatürree nedeniyle Berlin'de yaşamını yitirdi. Hiç evlenmeyen Weierstrass, yetişkin yaşamının büyük çoğunluğunu beraber geçirdiği ve ondan önce yaşamlarını yitiren iki kız kardeşinin yanına defnedildi. İki kız kardeş, anne ve babası tam olarak bilinmeyen Franz adında bir erkek çocuk yetiştirmişlerdi. Mittag-Leffler'e göre çocuk kesinlikle Sonya Kovalevskaya'dan değildi. Weierstrass'ın sayısız cilde sığan toplu eserlerinde ne yazık ki bütün çalışmaları yer almamaktadır. Weierstrass, sık sık yaptığı seyahatlere içinde tüm notlarının ve makale taslaklarının bulunduğu beyaz, tahta bir kutuyu da beraberinde götürürdü. 1880'de yine seyahatte olduğu bir sırada kaybolan kutu bir daha hiç bulunamadı. Öğrencilerin ödünç aldığı kimi makalelerse bir daha geri dönmedi.

Weierstrass'ın son derece detaylı incelediği özel fonksiyonlar ve geliştirdiği kuram, yöntemlerinin şaşmaz bütünlüklerine göre artık daha az ilgi çekiyor. Matematiksel analizi sağlam temeller üzerine oturtma konusunda elde ettiği başarı artık kendisinin en büyük başarısı olarak kabul ettiği şeyden çok daha büyük öneme

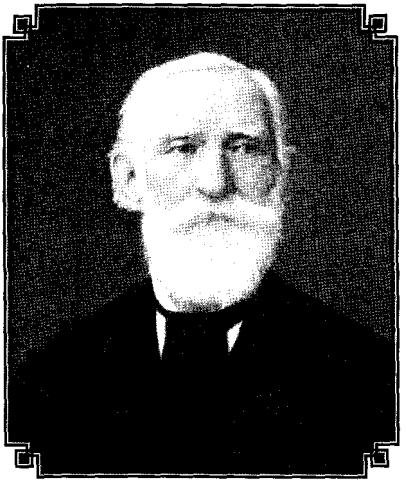
sahiptir. Onun sayesinde gerçekleşen matematiğin sistematik gelişimi kuşaklar boyunca matematikçileri etkilemeye devam etti. Bu matematikçiler de Weierstrass'ın açıklamanın açık ve doğru olması gerektiği yönündeki görüşünü öğrencilerine aktardı. Weierstrass'ın Cauchy başta olmak üzere öncüllerinden nasıl daha da ileri gittiğini anlayabilmek için analizin yalnızca problem çözümlerinde kullanılacak yöntemlerin bir araya getirilmesi anlamına geldiği on sekizinci yüzyıla dönüp bakmamız gerekir. Cauchy analizi, temelleri yakınsama ve sürekliliğe, limit kavramı ile birlikte türev ve integrale ait temel kavramların açık tanımlarına dayanan tutarlı bir çıkarsamalı kuram haline getirmişti. Cauchy bu yeni "kavramsal aletini" asıl olarak mevcut analize sağlam bir temel oluşturmak için kullanmıştı. Onun matematiğinde bir fonksiyona her zaman bir formül eşlik ederdi.

Cauchy'den sonra kavramların daha da geliştirilmesi ve mükemmelleştirilmesi kaçınılmazdı. On dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında bu "kavramsal aletin" ta kendisi araştırmanın konusu haline gelmişti. Bu, çok daha genel bir fonksiyon kavramıyla birlikte mümkün olmuştu. Esas itibariyle bir fonksiyon, sayı kümeleri arasındaki tamamen keyfi bir uygunluktan başka bir şey değildi. Özellikle, on dokuzuncu yüzyılın başlarında süreksiz fonksiyonların Fourier serileriyle temsil edilebileceklerinin keşfedilmesi, bu değişimin gerçekleşmesinde büyük ölçüde etkili oldu.

Daha sonra göreceğimiz gibi Riemann 1854 tarihli *Habilitationsschrift*'inde neredeyse bir sınıf oluşturacak kadar çok fonksiyonu Fourier serileriyle temsil etme problemini incelemişti. Bu çalışma doğal olarak büyük ölçüde süreksiz fonksiyonların integrallenebilen fonksiyonlar olup olmadığı problemini doğurmuştu. Riemann, belirli bir aralıkta sonsuz sayıda süreksizlik noktasına sahip bir fonksiyonun da integrallenebileceğini bulmuştu (Cauchy-Riemann). Bu tür büyük ölçüde süreksiz fonksiyonlar üzerinde yine de çalışma yapılabileceği anlaşıldı. Araştırma kısmen, belirli bir formül ya da formüllerle tanımlanan fonksiyonlar bulma çabasından fonksiyonları çok daha geniş bir açıdan incelemeye doğru kaymıştı. Aynı zamanda gerçel sayılar, fonksiyonlar,

seriler, yakınsama, limit, süreklilik, türevlenebilirlik ve integrallenebilme gibi kavramlar da inceleme konuları haline gelmişti.

Bu noktada Cauchy'nin görüşleri yetersiz kalıyordu. Örneğin Cauchy açık bir şekilde, düzgün ile düzgün olmayan yakınsama arasındaki farkı yeteri kadar ayırt etmemişti. Cauchy'nin aslında gerçel sayıların özelliklerini ve örneğin tamlık denen temel özelliği de sorgusuz sualsiz kabul ettiği anlaşılmıştı. Weierstrass'a borçlu olduğumuz "Kapalı ve sınırlı bir aralıkta sürekli olan reel değerli bir fonksiyon maksimum değerine ulaşır" şeklindeki teoremin ispatı Cauchy'nin çalışmasında anakronik kalacaktır. Bununla beraber, geometrik gelenekten gelen daha sezgisel matematik anlayışının Berlin'de değer kaybetmesiyle bu anlayışa karşı bir tepki oluşmaya başladı. Cauchy'nin yeterli olduğunu düşündüğü eksiksizlikten daha fazlasına gereksinim duyulduğunu göstermek için Weierstrass'ın kurduğu farklı marazi fonksiyonlar Hermite gibi matematikçiler tarafından fazlasıyla yapay bulundu. Lie, Weierstrass'ın ortaya koyduğu analizin aritmetik temellerinin mantıksal kesinlik açısından bir ilerleme olduğunu ama matematiğin temelleri için eksiksiz bir dayanak oluşturmadığı görüşündeydi.



P. L. Çebışev (1821-1894)

Euler ve diğer bazı matematikçiler sayesinde on sekizinci yüzyılda Sen Petersburg'da matematik hayli iyi bir konumdaydı ama on dokuzuncu yüzyılın ortalarına gelindiğinde matematiğin yeniden canlandırılması gerekiyordu. Bu canlanmayı asıl olarak sağlayan Çebışev'in kurduğu Sen Petersburg okulu, yirminci yüzyıla dek Rusya'da sözü geçen bir okul olmayı başardı. Bu önemli dönemdeki diğer büyük Rus matematikçilerle ilgili ne yazık ki çok az kayıt bulunmakta ama Çebışev'de biraz daha fazla bilgiye sahibiz.

Pafnuti Lvoviç Çebışev, 14 Mayıs 1821'de Moskova'nın güneyinde, Kaluga bölgesinin Borovsk kasabası yakınlarındaki küçük bir köyde dünyaya geldi. Topal gibi görünmesine neden olan za-

yıf bir bacağı ve sonradan ortaya çıkan konuşma bozukluğuyla özürlü biriydi. Babası Lev Pavloviç Napoléon dönemi savaşlarında görev almış emekli bir subaydı. Annesi İvanovna Poznyakova'nın sekiz çocuğu daha vardı. Pafnuti'nin erkek kardeşi orduda generalliğe kadar yükselecek ve aynı zamanda da Sen Petersburg Topçu Okulu'nda profesörlük yapacaktı. Pafnuti'nin çocukluk yıllarında ailecek küçük bir köy evinde yaşıyorlardı. Pafnuti'ye okuma yazmayı annesi öğretirken evlerinde mürebbiye olarak çalışan genç bir akrabaları da küçük çocuğa aritmetik ve Fransızca öğretmişti. On bir yaşına geldiğinde aile Moskova'ya taşınınca Pafnuti de eğitimine okulda devam etti. Matematik eğitimini o zamanın en iyi öğretmenlerinden Pogorelskiy'den aldı.

1837'de Çebışev Moskovskiy Gosudarstvennıy Universitet'in (MGU) fizik ve matematik bölümüne girdi. Bu bölümdeki matematik eğitimi usta ellere teslim edilmişti. Çebışev'in baş yol göstericisi N. D. Brashman'dı. Brashman, Çebışev'in de ilk üyeleri arasında yer aldığı Moskovskoye Matematiçeskoye Obşestvo'nun önde gelen kurucularından biri olacaktı. Derneğin ilk başkanlık görevini de yine Brashman yürütecekti. Üniversitedeki ilk yılının sonunda Çebışev denklem köklerinin hesaplanmasına ilişkin makalesiyle ödüllü yarışmada madalya kazandı. Çebışev yarışmaya ardışık yaklaşımlarla yaklaşık çözümlere ulaştığı özgün bir yöntem sunmuştu ki bu, ileride onun bir özelliği olacak olan matematik tipiydi.

1840'ta Rusya'nın büyük bir kesiminde kıtlık baş göstermişti. Bu durumdan ekonomik olarak kötü etkilenen Çebışev'in ailesi üniversitedeki oğullarına artık daha fazla destek olamayacaktı. Yine de perişan halde geçen son yılın ardından 1841'de üniversiteden mezun oldu. Çalışmalarında yaşamı boyunca ilgisini sürdüreceği olasılık kuramına yönelerek 1846 tarihli yüksek lisans tezinde kuramın temel önermelerinin eksiksiz bir çıkarımını verdi. Çebışev'in en belirgin özelliği en basit yöntemleri kullanmaya çalışması, problemin kesin sonucunun elde edilemeyeceği durumlarda da olası hata miktarının hassas hesaplarının da verilmesine dikkat ederek yaklaşık çözümlerin peşine düşmesiydi.

Çebışev'in Moskova'da akademik bir görev elde etme şansının pek de bulunmadığı bir ortamda 1847'de başkent Sen Petersburg'da bir fırsat doğdu. Görevi elde edebilmek için MGU'ya "Logaritma Yardımıyla İntegral" başlıklı bir bir tez sundu. Çalışmanın ana sonuçları 1853'e dek yayımlanmadı. Sen Petersburg'da sonraki otuz beş yıl boyunca sürdüreceği okutmanlık görevine getirildi. İlk başlarda verdiği yüksek cebir ve sayılar kuramı derslerinin sonrasında yıllar içinde çok geniş bir yelpazede dersler vermeye başladı. Derslerinden bazılarına katılmış olan A. M. Lyapunov şöyle demişti:

> Çok fazla ders vermediği gibi aktardığı bilginin niceliğiyle de ilgilenmezdi. Daha ziyade üzerinde konuştuğu konunun en önemli yanlarını açıklamaya can atardı. Renkli dersleri insanı içine alırdı. Belli problemler ve bilimsel yöntemlerin önemine ilişkin merak uyandıran düşünceler eksik olmazdı. Kimi zaman istisnai bir vaka olduğunu düşündüğü bir olaya ilişkin düşüncesini öylesine belirtse de oradaki hiç kimse bunu unutmazdı. Sonuç olarak dersleri son derece harekete geçiriciydi. Her derste öğrenciler yeni ve esaslı bir şeyler öğrenirdi. Öğrencilerine daha geniş bakış açılarından dersler verir, alışılmadık düşünceler sunardı.

Sen Petersburg Akademisi'nde zengin bir Euler arşivi bulunmaktadır. Tamamı yayımlanmamış olsa da Euler'in sayılar kuramı çalışmalarına Rusya'da özel bir ilgi duyulmaktaydı. Çebışev'i asistan olarak alan V. J. Bunyakovskiy bu çalışmaların yeni ve daha eksiksiz bir baskısını hazırlamaktaydı. Sonuçta Euler'in yayımlanmış araştırmalarının yanı sıra pek çok yayımlanmamış malzemenin de yer aldığı iki ciltlik eser 1849'da yayımlandı. Bunyakovskiy ve Çebışev eserin içeriğine ilişkin sistematik bir değerlendirmeyle katkıda bulunmuşlardı. Bu projeyle Çebışev'in ilgisi de sayılar kuramı araştırmasına doğru dönmüştü. Eşleşim kuramı üzerine yaptığı 1849 tarihli doktora teziyle başlayarak sonraki birkaç yıl boyunca gerçekleştirdiği incelemeler bu konu üzerine iki raporla sonuçlandı. Euler'den fazlasıyla etkilenmiş olsa da raporlarda asal sayıların dağılımı gibi problemlere ilişkin özgün çalışmalar yer

alıyordu. Daha sonra Çebışev sayılar kuramı üzerine çalışmaktan vazgeçse de diğer Rus matematikçiler onun kaldığı yerden devam etmişlerdi.

Ailesinin mali durumunun perişan olduğu tüm bu süreç boyunca Çebışev, üniversiteden aldığı çok düşük bir maaşla geçiniyordu. Daha sonra mali durumu iyileştiğinde bile bu dönemde sürdürmek zorunda olduğu yaşam şeklini devam ettirerek biriktirdiği tüm parayı seyahatlere harcadı. Çebışev sayılar kuramı üzerine yaptığı çalışmalarla çoktan uluslararası bir üne kavuşmuş olsa da henüz Rusya'nın dışına hiç çıkmamıştı. 1852'nin yazında altı ay sürecek resmi bir görevle Berlin, Londra ve Paris'e gönderildi. Bu seyahatin asıl amacı fabrika ve atölyelerdeki buhar makinesi ve diğer makinelerin nasıl çalıştıklarının incelenmesiydi. Örneğin Çebışev Fransa'da, Paris'teki Conservatoire des Arts et Métiers'yi, Paris ile St. Germain arasındaki demiryolunu, Lorraine'deki maden dökümhanelerini, Lille'deki rüzgâr değirmenlerini ve Châtellerault'daki silah fabrikalarını ziyaret etmişti.

Gündüzleri yeni teknolojileri incelerken akşamları da bulunduğu yerlerdeki en ünlü matematikçilerle tanışma fırsatı elde ediyordu. Örneğin Berlin'de Dirichlet'le, Londra'da Cayley ve Sylvester'la çokça vakit geçirmiş, Paris'te de kendisini diğer matematikçilerle tanıştıran Liouville tarafından sıcak bir şekilde karşılanmıştı. Daha sonra o günleri hatırladığında "Bir keresinde Paris'te Hermite, Sylvester ve ben birlikte oturuyorduk. Fransa'nın önde gelen matematikçisi Hermite, İngiltere'nin önde gelen matematikçisi Sylvester ve ben," diyecekti. Çebışev'in kendisi de çok geçmeden Rusya'nın önde gelen matematikçisi olarak tanınacaktı. Zamanının çoğu eğitimli Rus'u gibi o da çok iyi Fransızca biliyordu. Bilimsel çalışmalarını Fransızca olarak düşünüyor, Rusçaya sonradan tercüme ediyordu. Paris'e sık sık giden Çebışev, Fransız matematikçilerden özellikle Liouville'le ömür boyu süren bir dostluk geliştirdi.

Çebışev 1854'te Sen Petersburg Akademisi üyeliğine seçildi. İlk başta yalnızca eklenik üye olan Çebışev basamakları hızla tırmanarak beş yıl içinde akademinin tam üyesi oldu. Üniversitede

doçentliğe getirilen Çebışev benzer şekilde birkaç yıl içinde profesörlüğe kadar yükseldi. İlgisini olasılık kuramına çevirirken önermelerin eksiksiz kanıtlar gerektirdiği konuyu saf bir matematik disiplini olarak ele aldı. Kuramın iki ana başlığı büyük sayılar yasası ve merkezi limit teoreminde büyük ilerleme kaydetti. Yine aynı zamanlarda makine mühendisliğine de ilgi duymaya başlayarak birkaç yıl boyunca önce üniversitede daha sonra da yakınlardaki Alexander Lyceum'da uygulamalı mekanik dersleri verdi. Bu yeni ilgisi sayesinde bir dizi yepyeni matematik problemi üzerine de düşünmeye başladı. Daha önce üzerinde çalıştığı yaklaşım kuramı da bu problemlerle bağlantılıydı. O zamanlar yeni teknolojilerin matematiğine ilişkin yayımladığı öncü makaleler Çebışev'in yaşamının sonuna dek içinde olacağı büyük yayın döngüsünün de başlangıcının işaretçisiydi. Bu çalışmanın büyük çoğunluğu uygulamalarla ilgili olsa da içinde önemli kuramsal sonuçlar da barındırıyordu.

Bir akademi üyesi olarak Çebışev'den bilimsel konularda hükümete ve orduya tavsiyelerde bulunması giderek daha fazla istenir olmuştu. Eğitim Bakanlığı'nda orta dereceli okullardaki matematik, fizik ve astronomi eğitiminin iyileştirilmesi için çalışan bilimsel komiteye seçilmiş, burada etkin bir şekilde görev yapmıştı. Komitenin değerlendirmekle yükümlü olduğu temel ders kitaplarının yazarları açısından kısa fakat güvenilir yorumları son derece değerliydi. Çebışev'in seçildiği bir diğer komite ise topçulukla ilgiliydi. Burada da balistiğe ilişkin bazı problemlerin çözümüne katkıda bulunabiliyordu. Uygulamayla ilgili sorunlar çok ilgisini çekiyordu. Aralarında bir hesap makinesinin de bulunduğu birkaç makine icat etmişti. Kendi cebinden büyük miktarda para harcayarak 1870'lerin sonunda imal ettiği bu hesap makinesinin örneklerine Moskova ve Paris'teki müzelerde rastlanabilir. Çebışev, çeşitli bilim derneklerinin çalışmalarında yer alıyor ve bilimsel konferanslara katılıyordu. Bazı yabancı seçkin matematikçileri de Sen Petersburg Akademisi'ne üye olmaları için aday göstermişti.

Eski öğrencilerinden A. M. Markov ve N. Y. Sonine, Çebışev'in nasıl bir öğretmen olduğunu şöyle anlatmışlardı:

Çebışev öğretmen olarak kılı kırk yaran bir titizliğe sahipti. Tek bir dersi bile kaçırmaz, derse bir dakika bile geç kalmaz ve dersi bir dakika bile uzatmazdı ki cümlenin tam ortasında dersi bitirdiği olmuştu. Tamamlayamadığı bir tartışmayı, konuyla hiç ilgisi olmasa da bir sonraki derste mutlaka tamamlardı. Karmaşık olsun olmasın yapacağı her hesaptan önce bu hesaplamanın amacına ve başlıca aşamalarına ilişkin bir şeyler söylerdi. Hemen hemen her zaman hesaplamalarını sessizlik içinde yaparak öğrencilerin onu kulaklarıyla değil gözleriyle takip etmelerini sağlardı. Hesaplama çabuk ve ayrıntılı bir şekilde yapıldığından tüm aşamalar kolayca takip edilirdi. Çebışev, derslerdeki sistematik ilerlemeden genellikle saparak derslerinde yöneltilen soruların karşılaştırmalı önemleri ve diğer matematik sorularıyla olan ilişkileri üzerine kendi düşüncelerini belirtirdi. Bu konular üzerinde diğer matematikçilerle yaptığı tartışmaları da aktarırdı. Bu konu dışına çıkışlar ders anlatımını canlandırır, konuya yoğunlaşmış dinleyicileri rahatlatarak dinleyicilerin konuya daha fazla ilgi duymalarını sağlardı.

Çebışev, 1882'nin yazında üniversitedeki otuz beş yıllık hizmetinin ardından profesörlükten emekli oldu. Emekli olur olmaz bir kez daha Paris'e gitti. Burada kendisiyle tanışan Sophus Lie onu "bir genç kadar canlı, çarpıcı yaşlı bir beyefendi" diye anlatmıştı. Çebışev, Sen Petersburg'a dönüşünde bir yandan akademi üyeliğine devam ederken bir yandan da genç bilimcileri teşvik etmek amacıyla yeni gelişmelerin tartışıldığı "açık ev" toplantıları düzenlemeye büyük önem veriyordu: "Her hafta aynı saatte evinin kapıları, çalışmalarının sonuçlarını bu büyük matematikçiye anlatmak ve ondan bazı yorumlar almak isteyen herkese açık olurdu. Buraya gelen bir ziyaretçinin yeni bir düşünceye sahip olmadan ya da çalışmaları konusunda teşvik edilmeden çıktığı pek enderdi." Çebışev, Rus üniversitelerinden ve kurumlarından çok sayıda akademik ve diğer alanlardaki onurların sahibiydi. Bunun yanı sıra bazı yabancı akademilerin de onursal üyesiydi. Bununla birlikte Çebışev, sahip olduğu bu itibarı gerekli olan reform çalışmalarının yapılması için hiç kullanmaya çalışmamıştı. Kovalevskaya, ülkesinde bir kariyer oluşturmaya çabaladığı dönemlerde Çebışev'i arkadaş canlısı ama yerleşmiş önyargılarının üstesinden gelme konusunda başarısız biri olarak değerlendirmişti.

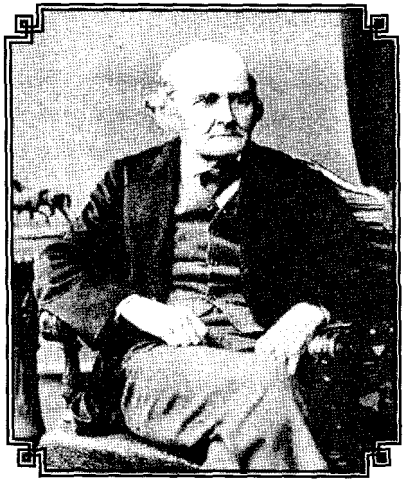
Çebışev 1893'te Paris'e, sonuncusu olacağı anlaşılan kapsamlı bir ziyaret daha yaptı. 26 Kasım 1894'te Sen Petersburg'da kalp krizi sonucu yaşamını yitirdiğinde yetmiş üç yaşındaydı. Ölümünün hemen ardından yayınlarının ilk derlemesi yayımlanırken bazı çalışmaları ise daha sonra yayımlanacaktı. Kimi önemli çalışmaları başka dillere çevrildi.

Çebışev matematik çalışmalarıyla uluslararası ün kazanan ilk Rustu. Yalnızca yapmış olduğu keşiflerle değil aynı zamanda Sen Petersburg matematik okulunun kurulması açısından da önemli biriydi. Okulun bu kadar önemli olmasının nedeni, pek çok mensubunun üniversite eğitimi alması ve burada ya da akademide çalışmasındandı. Çebışev'in çalışmaları elbette öncüllerinin yaptıkları üzerine inşa ediliyordu ama on dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında matematiğe yön ve ilham veren Çebışev'den başkası değildi. Matematik eğitiminin veriliş şekline, Sankt-Peterburgskaya Gosudarstvennaya Universitet'te olduğu kadar eski öğrencileri ve takipçilerinin etkili oldukları diğer Rus üniversitelerinde de büyük etki yaptı. Sen Petersburg'daki okul, on dokuzuncu yüzyıl sonu ve yirminci yüzyıl başında Rusya'nın başta gelen matematik araştırma camiası olmakla kalmayıp dünyadaki en önemli merkezlerden biriydi. Son bölümde Aleksandrov ve Kolmogorov'un yaşam öykülerinde de göreceğimiz gibi daha sonra bu okul lider konumunu Moskova'daki okula bırakacaktır.

Kişilik olarak çok farklı olsalar da mesleki olarak Çebışev ile Euler birbirlerine çok benziyordu. Hatta Sen Petersburg okulu Euler geleneğinden geliyordu. Çebışev'in düşüncesine göre matematiksel ilerlemenin itici gücü kuram ve uygulama birlikteliğiydi:

> Antik dönemden beri matematik bilimleri özel bir ilgi uyandırmaktadır. Bugün matematik, sanayi ve toplum bilimleri üzerindeki etkisinden dolayı daha da fazla merak uyandırıyor. Kuramla uygulamanın uyumu en iyi sonuçları da beraberinde getirirken bu birliktelikten tek kazançlı çıkan da yalnızca uygulama alanı olmuyor. Bilim bu durumun etkisiyle, araştırılacak yeni nesneleri ve çoktandır bilinen nesnelerin yeni yönlerini keşfederek ilerliyor. Son üç yüzyılın olağanüstü matematikçilerinin çabalarıyla matematik bilimlerinde gerçek-

leşen büyük gelişime rağmen uygulamada pek çok eksiklik göze çarpmakta. Ortaya yeni problemler çıktıkça yeni yöntemlere ihtiyaç duyuluyor.



Arthur Cayley (1821-1895)

Analytical Society, University of Cambridge'deki matematik anlayışını çağdaşlaştırma çabası içindeki okulun eski lisans öğrencilerine ait resmi olmayan bir kulüptü. Örneğin Babbage ve Herschel, Lacroix'nın analiz ders kitabını İngilizceye çevirmişlerdi. Çok geçmeden Britanya'da da kısıtlı ölçüde de olsa kıtada olup bitenlerden haberdar matematikçiler görülmeye başlanmıştı. Bu matematikçilerden biri olan Sylvester'a daha önce değinmiştik ve şimdi de Sylvester'dan yedi yaş küçük olsa da onunla yakından ilişkili bir diğer Cambridge'li matematikçi Arthur Cayley'le bu bölümü sona erdiriyoruz.

Henry Cayley, on dokuzuncu yüzyılın başlarında Sen Petersburg'da ticaretle uğraşan az sayıdaki İngilizden biriydi. Geleceğin

matematikçisi Arthur 16 Ağustos 1821'de Londra'nın güneybatısındaki Richmond-on-Thames'de dünyaya geldiğinde Henry ve karısı Marie Antonia (kızlık soyadı Doughty) kısa bir ziyaret için İngiltere'de bulunuyorlardı. Annesinin kısmen Rus kanı taşıdığı düşünülen Cayley, Çebışev'den yalnızca birkaç ay küçüktü. Oğlunun doğumundan sonra Rusya'da sekiz yıl daha geçiren Henry Cayley emekli olmaya karar verince artık beş çocuklu bir aile olan Cayley'ler İngiltere'ye dönerek Greenwich yakınlarındaki Blackheath'e yerleşti. Arthur, on dört yaşındayken Londra'daki King's College'ın kıdemliler sınıfına olması gerekenden iki yıl önce katıldı. Arthur'un babası oğlunun, onun izinden giderek "Rusya taciri" olmasını istiyordu ama sonuçta genç adamın üniversiteye gitmesi konusunda ikna olmuştu.

Ekim 1838'de Cambridge'deki Trinity College'a giderek eğitimini sürdüren genç Cayley ilk fırsatta bir üniversite bursu kazandı. Eğitiminin ana konusu matematikte, öğrencilerine kıtanın önemli matematikçilerinin çalışmalarını okumalarını salık veren William Hopkins tarafından yönlendirildi. O dönemlerde Cambridge ve Oxford'da matematik eğitimi genellikle öğrencileri bu şekilde yönlendiren kişiler tarafından veriliyordu. Bu kişiler mutlaka kolejin eğitim kadrosunda yer almasa da üniversite sınavlarında başarılı olmaları için öğrencilere ders verme konusunda uzmanlaşmışlardı. Büyük bir rekabetin yaşandığı Tripos sınavında Cayley'in, dönemindeki tüm öğrencileri ardında bırakarak elde ettiği birinciliği onu 1842'nin en başarılı Wrangler'ı yapmıştı. Bir başka yarışmada herkesin almak için can attığı Smith Ödülü'nü* kazanarak başarılarına devam etti.

Cayley'in bir dönem arkadaşı o günleri "Lisans öğrencisi olduğu dönemlerde onun yalnızca bir matematikçi olduğu söylenirdi ki bu ona karşı büyük bir haksızlıktı. Pek çok değişik konuda ve hatta bilimsel olmayan bazı konularda da hayli bilgi sahibiydi. Örneğin, roman okumanın pek de popüler olmadığı Cambridge'de güncel romanları yakından takip ederdi," şeklinde anlatmıştı.

---

* University of Cambridge'de kuramsal fizik, matematik ve uygulamalı matematik alanlarında her yıl iki öğrenciye verilen ödül. (ç.n.)

Cayley'in en sevdiği yazarlar Jane Austen ve Sir Walter Scott'tı. Okumanın yanı sıra mimarlık ve resimden de keyif alırdı. Büyük bir sevgiyle çıktığı seyahatlerinde gittiği yerlerdeki belli başlı binaların çizimlerini yapardı. Alpler'de dolanmaktan aldığı büyük keyif, onun, dağcılık kulübünün ilk üyelerinden biri olmasına neden olmuştu.

Cayley'in elde ettiği akademik başarılar onun on dokuzuncu yüzyıldaki en genç üniversite öğretim üyesi unvanıyla birlikte Trinity College'a hoca olarak seçilmesini sağladı. Çoğu zaman ders verildiği de olsa ileri düzeyde çalışma ve araştırma yapılması beklentisi dışında hiçbir zorunluluğun olmadığı bu görevin süresi genellikle yedi yıldı. Cayley için sınırsız özgürlüğün yaşandığı bu yıllar en verimli dönemiydi. Yalnızca 1845'te matematiğin değişik alanlarında on üçten fazla araştırma makalesi yayımlamıştı. Öğretmenlik görevi sona erdiğinde hukuk eğitimi almaya karar verdi. Burada şunu belirtmekte yarar var: İngiltere'de şimdi olduğu gibi o zamanlarda da bazı hukuki işler avukatlara has bir ayrıcalık olarak kabul edilmekteydi. Avukat olabilmek içinse Inns of Court'lardan birinin üyesi olmak ve uygulamalı hukuk alanında deneyimli bir hukukçunun gözetiminde staj yapmak gerekmektedir. Nisan 1846'da, yirmi dört yaşındaki Cayley, Lincoln's Inn'e kabul edilerek ünlü noter J. H. Christie'nin öğrencisi oldu:

> Bay Cayley Stone Buildings'e geldi, kartvizitini verdi, içeriye davet edildi ve bir hukuk öğrencisi olma isteğini dile getirdi. Christie, Cayley'in elinde herhangi bir tavsiye mektubu olup olmadığını sordu. Yanıt olumsuzdu. Üniversiteye gitmiş miydi? Evet. Öğrenci odasındaki koltuğun hemen hemen hiç boş kalmadığı bu yerde Christie, tek sözcüklü yanıtlar veren karşısındaki bu adaydan pek de hoşlanmamıştı. Yine de aday üniversiteye gitmişti ve hakkında biraz daha bilgi almak iyi olabilirdi. Christie de öyle yaptı. Birbirinin peşi sıra ve ayrı ayrı sorduğu sorular sonrasında Cayley'in University of Cambridge'den mezun olduğunu, Cambridge'de Trinity College'ı bitirdiğini, koleji dereceyle hatta onur derecesiyle tamamladığını, dereceyi matematik alanında aldığını, Wrangler olduğunu ve hatta en başarılı Wrangler olduğunu öğrendi.

Bu kadarı Christie için yeterliydi. Cambridge'den "en başarılı Wrangler" ve "Smith Ödülü sahibi" unvanlarına sahip birini kadroya katmak avukatlık bürosunun seçkinliğini artırmıştı. Cayley, Christie'nin öğrenci odasında hukuki dokümanların hazırlanmasında deneyim kazandı. Odadaki arkadaşlarından biri Cayley'in sıkılgan yapısına vurgu yaparak o günlerle ilgili şunları söylemişti: "Cayley, gördüğüm en saf zihinlerden birine sahipti. Öğrenci odasındaki şakalar ve takılmalar onun için eğlenceli birer değişiklikten başka bir şey değildi. Konuşmalara pek dahil olmadan, her zaman zevkine uygun olmasa da elindeki işe dikkatli bir şekilde kendini vererek konuşulanları dinler, aldığı keyifle gözlerinin içi gülerdi."

Bu dönemde arkadaşlık kurduğu kişilerden biri de Sylvester'dı. Kişilikleri birbirlerine hiç benzemezdi. Cayley sabırlı ve sakin yapılı, Sylvester ise öfkesi burnunda ve tutkulu biriydi. Cayley matematik makalesini hukuki dokümanlara gösterdiği özenle tamamlarken Sylvester'ın hiçbir makalesinde değişiklikler ve düzeltmeler eksik olmazdı. Cayley güncel matematiğe ilişkin hayli fazla okurken Sylvester yalnızca o anki araştırmasında acil olarak gereksinim duyduklarını okurdu. Cayley güçlü duygulara sahipken Sylvester dünyevi ilişkilere hiç girmezdi. Cayley ılımlı ve sıkılgan biriyken Sylvester gözü pek ve kendi öneminin farkında biriydi. Cayley'in bu dönemde matematik dünyasından edindiği bir diğer arkadaşı ise mantıkçı George Boole'du. Boole, değişmezleri Cayley'in çalışmalarına sokmuş ve Cayley'i daha sonra birlikte çalışacağı matematikçi George Salmon'la tanıştırmıştı.

Cayley 1849'da baroya yazılarak deneyimli bir avukat oldu. Cayley, Lincoln's Inn'de noterlik işlemleri yapmadığı zamanlarda matematik çalışmalarını sürdürebileceği sakin bir ofise yerleşti. Bir makale teslim etmiş olduğu Royal Society of London üyeliğine Sylvester ve üyeliğin kabul edilmesini sağlayacak kadar matematikçi tarafından önerilmişti.

Bunun ardından Cayley matematik kariyerinin en üretken dönemine girmişti. Birlikte hiç makale yazmamalarına karşın Cayley'in zamanının büyük kısmını adadığı matematik dalı değişmezler kuramına duydukları ortak ilgi nedeniyle Cayley ve Sylvester'ın

adları sürekli birlikte anılıyordu. Temel düşünce doğrusal dönüşümlerin ikili formlar gibi cebirsel ifadeler ki bunlara "kuantik" diyorlardı, üzerindeki etkisini incelemekti. Formda değişmeden kalan kısım ise "değişmez" olarak adlandırılıyordu. Cayley araştırmalarını genellikle *Philosophical Transactions of the Royal Society* adlı dergide yayımlıyor olsa da ara sıra Crelle ve Liouville'inki gibi kıta dergilerinde de yayın yapıyordu. Çalışmalarından bazıları kıtada tanınırken başta Felix Klein olmak üzere kıta matematikçilerini etkilemişti.

Birkaç yıl boyunca Cayley mesleki işleri ile matematik araştırmalarını birleştirmeye devam etti. 1840'lı yıllar sona ererken Royal Society of London'ın konsey dahil olmak üzere çeşitli komitelerinde görevlendirilen Cayley, Royal Astronomical Society'nin de etkin bir üyesiydi. Cayley, babasının 1850'deki ölümünün ardından annesi ve iki kız kardeşine bakmak durumunda kaldı. Bu sorumluluğun paylaşılmasında iki erkek kardeşi pek de yardımcı olmadı. Dolayısıyla Cayley akademik görevlere başvurularda bulunmaya ve başlamış olduğu yayınlarının sayısını daha da artırma olanağı aramaya başlamıştı. Uygun görevlerin sayısı çok da fazla değildi. University of Aberdeen'deki kürsü için yaptığı başvuru, bu göreve Clerk Maxwell'in getirilmesiyle sonuçsuz kalmıştı. Boştaki bir diğer kürsü, Cambridge'deki Lowndean kürsüsü denemesi de başarısız olmuştu. En sonunda Cambridge'de yeni oluşturulan Sadleir kürsüsüne 1863'te seçildi. Otuz iki yıl sonraki ölümüne dek bu kürsüde kalacaktı.

Eylül 1863'te Cayley, Greenwich'li Robert Moline'in kızı Susan'la evlendi. Mary ve Henry adlarındaki iki çocuklarıyla birlikte Cambridge'e yerleştiler. Cayley'in daha öncesinde hiçbir öğretmenlik deneyimi yoktu ama ilk başta ondan yılda yalnızca bir ders vermesi bekleniyordu. Cayley de bu ders için genellikle ilk dönemi tercih ediyordu. Daha sonra, statülerde yapılan değişikliklerin ardından bahar döneminde de bir ders vermeye başladı. Cayley uzun yıllar boyunca derslerini, muhtemelen az sayıda öğrencisi olduğundan tahta ve tebeşir kullanmadan anlatmıştı. Bunun yerine bir kâğıda yazdığı ders notları üzerinden geçerek yorumlar

yapardı. Cayley, kâğıdı masanın üstünde kendisinin okuyabileceği şekilde tuttuğundan aynı masanın karşı tarafında oturan öğrencileri için kâğıt baş aşağı duruyor olurdu. Genellikle o anki araştırma konusuna ilişkin dersler verirdi. İyi bir öğretmen olmadığı düşünülürdü. Bir lisans öğrencisi şöyle anlatmıştı: "Cayley'i bir problemi çözerken görmek yaşanabilecek en ilginç, değerli ve eğitici deneyimdir. En iyi yöntemi seçmeye pek de takılmadan aklına gelen ilk yöntemi uygulardı. Bu da son derece karmaşık ve tuhaf görünen analitik ifadeleri ortaya çıkarırdı. Cayley yine de hiç istifini bozmadan devam ederek sembollerden oluşan şekilsiz kütleyi birkaç satırda güzel simetrik ifadelere dönüştürüverirdi."

Cayley'in evde nasıl biri olduğunu anlamak için istatistiğin öncüsü Karl Pearson'ın Smith Ödülü'nü almak için Cayley'in Cambridge'deki evinde girdiği özel sınava ilişkin anılarına bir göz atalım:

> Cayley'in ilk sözleri "Cüppeni çıkar bayım, daha kolay çalışırsın," olmuştu. Öğle yemeğinde Cayley ortalarda görünmedi. Öğle yemeği için tepsinin üstünde sandviçler, bisküviler ve birkaç hafif yiyecekle birlikte bir sürahi muhteşem porto şarabı vardı. Cayley mahzenini bizden esirgememişti. Şarabın tadına baktıktan sonra birlikte sınava girdiğim arkadaşları da aynı şeyi yapmaları konusunda ikna etmeye çalıştım. Yazmaya geri döndüğümüzde ben Cayley'in porto şarabıyla kendimi daha iyi hissederken diğerleri de yaptıklarının sınav heyecanı altında doğru olduğunu düşünerek vicdanlarını rahatlatıyordu. Besbelli ki Cayley, güzel bir porto şarabının değişmezler ve yüksek cebir tartışmasıyla uyumlu olduğunu düşünüyordu.

Günlük yazarı Hirst yakından tanıdığı Cayley için şöyle yazmıştı: "Ne güzel bir kafası vardı. Tam yuvarlak değil de en büyük çapı gözlerine ve hatta kulaklarını birleştiren çizgiye paralel bir sferoit. Sandalyesinde hiç dik oturmazdı. Kaba eti sandalyenin en ucuna yerleşmiş halde bir dirseğini sandalyenin oturağına yaslarken diğer kolunu da arkaya atardı. Keskin bakışlı ve sıra dışı, sanırım yumuşak huylu ve bir zamanlar çekingen, mütevazı ve suskun biriydi. Konuşma yaparken çoğu zaman gözlerini kapatarak sanki

görünmeyen bir kitaptan okuyormuş gibi konuşurdu ve bunu sohbet ederken de yaptığından onu takip edebilmek için insan gözlerini açık tutardı."

Cayley başka çalışmalara sık sık katkıda bulunmuş olsa da kendi başına yalnızca 1876 tarihli *A Treatise on Elliptic Functions* (Eliptik Fonksiyonlar Üzerine İnceleme) adlı kitabı yayımladı. O zamanlar eliptik fonksiyonlara ilişkin literatürün çoğu Fransızca ya da Almancaydı. Cayley'in incelemesi sayesinde bu iki dili bilmeyen matematikçiler için kuram daha ulaşılabilir oldu. Cayley de kimi zaman Fransızca yazar ve çalışmalarını Fransız dergilerinde yayımlardı. Almanca ve İtalyancanın yanı sıra klasik dilleri de iyi bilirdi. Hirst, Liouville'in yorumlarını şöyle aktarıyor: "Cayley'in ürettiklerine ilişkin düşüncelerini duymaktan memnun oldum. Liouville, Cayley'in yaptıklarının değerini teslim ederken bunların kasıtlı meçhullüklerinin de karşısında duruyor. Bu anlamda Cayley ve Sylvester'ı bir noktaya kadar Cauchy'nin takipçisi olarak değerlendiriyor... Kesin ve net olmak gerekirse sıkıcı olma konusunda onların gözünde Cauchy'nin dengi. Emin ve kararlı adımlarla karşılaştıkları zorlukların üzerine gitmek ve zapt ettikleri bölgede yol almak yerine üzerinden atlayarak takla atıyorlar. Böyle yaparak konularında hızlı bir şekilde yeterli bir görüşe sahip olmaları muhtemel ama başka insanlar başları yukarıdayken her şeyi kesinlikle daha iyi görebiliyorlar."

Yayınları arasında pek çok kısa not bulunduğu gerçeğini teslim etmekle birlikte Cayley'in yayımladığı 800'ü aşkın eser gerçekten sıra dışı bir durum. On üç ciltlik toplu eserlerinin sayfalarını çevirirken bir hayal kırıklığı yaşamamak hayli güç. Ara sıra kübik yüzey üzerinde yirmi yedi doğru bulunmasının keşfi gibi değerli taşlara da rastlanmıyor değil. Heyecan verici olasılıklara gebe olduğunu sonradan anladığımız bazı düşünceler de bulunuyor ama Cayley bunların peşinden gitmeyi tercih etmemiş. Bu nedenle Cayley permütasyon gruplarının karşısına soyut grup kavramını koyuyor ama bunun da nereye varacağını bulma işini Burnside ile Jordan'a bırakıyor. Determinantlar ve matrisler hakkında yazıyor ama bunlarla neler yapılabileceğini Frobenius'a bırakıyor. Sayfalar dolusu yoru-

cu işlemler yaparak tekrar tekrar değişmezler kuramına dönüyor. Zaman zaman özellikle de gençlik yıllarında kuramsal dinamik ve gökcisimleri mekaniği üzerine yazılar kaleme alsa da o zamanlar kuramsal fizikte gerçekleşen gelişmelerin içinde yer almıyor.

Arkadaşı Sylvester gibi Cayley de özellikle ileride Newnham College'a dönüşecek kurumun konsey başkanlığını yaptığı dönemde kadınların eğitimiyle yakından ilgilendi. 1948'e dek derece sahibi olamasalar da kadınların University of Cambridge mensubu olabilmelerinde kısmen Cayley'in etkisi vardı. Cayley aynı zamanda Cambridge'deki ilk kadın koleji olan Girton'da öğrencilere ders verirdi. Konudan biraz saparak bu öğrencilerden birinin meslek yaşantısını ana hatlarıyla verirsek kadınların karşılaştıkları güçlükleri daha iyi anlayabiliriz.

Charlotte Angas Scott 1876'da on altı yaşındayken Girton'a girdiğinde kolej yedi yıldır öğrenci kabul ediyordu. Cambridge'de kadınlar yalnızca dersleri o da hocanın izin vermesi durumunda takip edebiliyordu. Bu durumda dahi tahtayı görmelerini engelleyen bir perdenin ardında oturmak zorundaydılar ve üniversitedeki sınavlara da ancak özel izinle girebiliyorlardı. 1880'de Charlotte Scott Senate House* sınavına girerek sekizinci olduğunda büyük bir kalabalık tarafından coşkuyla karşılandı. O akşam alkış ve tezahüratın eşlik ettiği yemekte Charlotte'un başında defne yaprağından bir taç vardı. Charlotte'un başarısı İngiltere'de kadınların yüksek eğitime devam edebilmesi için bir dönüm noktasıydı. Üniversite kadınların da herhangi bir izin almadan sınavlara girebileceği yönünde bir karar aldı. Charlotte Cayley'in derslerine katıldı, onun gözetiminde tezini yazdı ve 1885'te doktoraya seçilene dek Girton'da geçici öğretmenlik görevine getirildi. Ne kadar nitelikli olursa olsun Cambridge'de bir kadının derece sahibi olması mümkün değildi. University of London'da durum farklıydı. Charlotte girdiği ilave sınavların ardından bu üniversiteden 1882'de lisans ve üç yıl sonra da doktora derecelerini aldı.

---

* University of Cambridge'de genellikle diploma törenlerinin yapıldığı ve yıl sonunda derece alanların duyurulduğu bina. (ç.n.)

1882'de Sylvester'ın daveti üzerine Cayley, Johns Hopkins University'de konuk öğretim üyesi olduğu Amerika'ya gitti. Beş ay boyunca burada kaldı. Bu ziyareti ve 1885'te Londra'da doktorasını alarak akademik göreve getirilen eski öğrencisi Charlotte Scott üzerinden dolaylı ilişkisi dışında Amerika'yla pek bir bağ kuramamış gibiydi. Okyanusun diğer yakasında, Philadelphia yakınlarındaki Bryn Mawr College lisans ve lisansüstü eğitimi yapmaları için kadınlara kapılarını açmıştı. Avrupa'da eşdeğer iş imkânları neredeyse hiç olmadığından Charlotte Scott, Bryn Mawr'a giderek kurucu kadrodaki tek kadın matematikçi oldu. Meslek yaşamı boyunca burada kaldı. İlk başlarda üçü lisans ve biri lisansüstü olmak üzere yalnızca dört ciddi öğrencisi varken zamanla öğrencilerinin sayısı artarak dokuzuncu yılın sonunda ikisi lisans dördü lisansüstü olmak üzere toplam altı yeni öğrencisi olmuştu. Lisansüstü öğrencilerinden ikisi Scott'ın ilk başarılı doktora adaylarıydı. Scott'ın Bryn Mawr'un rektörüyle resmi ve hatta hayli soğuk bir ilişkisi vardı. Bir keresinde rektöre şöyle yazmıştı: "Entelektüel etkinliklerin kadınlara uygun hale getirilmesi için hafifletilmesini ve bir kadın kolejinde erkek kolejine nazaran daha düşük standartların uygulanmasını gerektiren bir konum aldığınızı görmek beni son derece rahatsız etti ve hayal kırıklığına uğrattı."

Cambridge Okulu'nun soyut matematikçileri ile Fransa ve Almanya'nın önemli matematikçileri arasındaki ilişki hâlâ arzulananın çok altındaydı. Yine de Cayley'in çalışmaları kıtada, özellikle de Almanya'da büyük bir saygıyla karşılanıyordu. İnanılmaz çalışma kapasitesi ve yaptığı açık ve zarif analizler nedeniyle Hermite, Cayley'i Cauchy'yle karşılaştırırken onu Euler'le kıyaslayanlar da vardı. Doğa felsefecesi Tait ise şöyle diyordu: "Böylesine sıra dışı bir adamın yeteneklerini tamamen boş problemlere yöneltmesi acı değil mi?" Daha sonra, G. H. Hardy'ye Cayley'in iyi bir matematikçi olup olmadığı sorulduğunda Hardy susmayı tercih edecekti.

Hukuki konularda kendi kolejinin itibar ettiği tavsiyeler veren Cayley'i Trinity College 1872'de onursal üyeliğe seçti. On altı yıl boyunca senato konseyinde görev yapan Cayley aynı zamanda üniversiteyle ilgili işlerde de sözü dinlenen biriydi. Farklı zaman-

larda London Mathematical Society ve British Association for the Advancement of Science'ın başkanlıklarını yaptı. Ülke içi ve dışındaki üniversitelerden aldığı onursal ödüllerin yanı sıra Royal Society of London'ın Kraliyet ve Copley madalyalarının da sahibi oldu. 1888'de kolejindeki Wren kütüphanesine bir büstü yerleştirildi. Oysa, o dönemden bir öğrenci Cambridge'deki atmosferi boğucu olarak nitelendirirken eleştiri oklarını da Cayley'e yöneltiyordu: "Kaide üzerindeki bir Buda figürü gibi otururdu. Cambridge matematik okulunun üstünde ölü bir yük gibiydi." Artık sağlığı eskisi gibi değildi. 26 Ocak 1895'te yetmiş üç yaşında yaşamını yitirdi.

V

HERMITE'TEN SOPHUS LIE'YE

Charles Hermite (1822-1901)

Cauchy'nin ölümünün ardından Hermite Fransa'nın en önemli matematikçisi olarak kabul ediliyordu. Yüksek aritmetik ve analiz asasının Gauss ve Cauchy'den ona geçmiş olduğu ağız birliği etmişçesine söylenirdi. Hermite, Weierstrass ile Riemann'ın Abel fonksiyonları ve Kronecker ile Smith'in sayılar kuramı ve eliptik fonksiyonlar arasındaki gizemli ilişkiler üzerine yaptığı çalışmaların derinliklerinde kendi başına gezinebilirdi. Emile Borel'in hiç kimsenin insanlara matematiği Hermite kadar sevdiremediğini söylediği aktarılır. Hermite'in yaşamı hayli durgun olduğundan yaşam öyküsü de en kısalardan biri.

Ferdinand ve Madeleine Hermite'in oğlu Charles, 24 Aralık 1822'de dünyaya geldi. Alman ve Fransız atalara sahip olan

Hermite'in, Lorraine'in Moselle bölgesindeki doğum yeri Dieuze köyü de hem Fransa'nın hem de Almanya'nın hak iddia ettiği bir yerdi. Yine de kendini her zaman Fransız hisseden, yedi çocuklu bir ailenin altıncı çocuğu olan geleceğin matematikçisi, Fransız matematiğinin yapılanmasında temel direklerden biri olacaktı. Gençliğinde mühendislik eğitimi almış, sanata düşkün biri olan babası Dieuze'de kumaş ticaretiyle uğraşıyordu. Hermite'ın babası karısının ailesinden dolayı girdiği bu işi, tamamen sanatsal uğraşılara yönelmek için daha sonra karısına devretti. 1829'da aile, işlerini Nancy'ye taşıdı.

Anne ve baba çocuklarının eğitimiyle özel olarak ilgilenmemişlerdi. Çocukların hepsi de eğitimlerine Nancy'deki *Collège*'e giderek başladı. Bununla birlikte Charles eğitimine ilk başta, önceden Collège Napoléon olarak bilinen Collège Henri IV'te ve daha sonra 1840-41'de ünlü Lycèe Louis-le Grand'da olmak üzere Paris'te devam etti. Hermite'in Lycèe Louis-le Grand'daki matematik öğretmeni bundan on beş yıl önce Galois'nın çalışmalarına da gözetmenlik yapmış Richard'dı. Richard, zamanını sürekli Lagrange'ın *Traité sur la résolution des équations numériques* (Sayısal Denklemlerin Çözümü Üzerine) adlı eseri gibi çalışmaları okuyarak geçiren genç Hermite'e "un petit Lagrange"* adını vermişti. Ruffini ve Abel'in çalışmalarından habersiz olan Hermite, beşinci dereceden genel denklemlerin kökler kullanılarak çözülmesinin olanaksızlığını ispatlamaya çalışıyordu. Hermite'in *Nouvelles annales de mathématiques*'de yayımlanan ilk iki araştırma makalesinin tarihleri bu okul yıllarına denk düşmektedir.

Hermite 1842'de ülke çapında yapılan giriş sınavında geometri konusundaki zayıflığı nedeniyle Ecole Polytechnique'e ancak altmış sekizinci olarak girebilmişti. Buradaki ilk yılının ardından baston kullanmasını gerektiren sağ ayağındaki doğuştan gelen bir sorun nedeniyle eğitimine devam etmesine izin verilmedi. Nüfuz sahibi kişilerin araya girmesiyle Hermite'in kabul edilemez bulduğu şartlar altında bu karardan dönüldü. Sonuçta Hermite, Ecole

---

* Küçük Lagrange. (ç.n.)

Polytechnique'in ardından Ecole d'Applications adındaki eğitim kurumlarından birinde devam etmek yerine gönlünü akademik kariyerle avutarak 1847'deki giriş sınavlarına katıldı. Yaşamı boyunca Hermite sınavlardan hiç hoşlanmamıştı. Bilgileri bir araya getirirken kısıtlı süre baskısı altında olmaktansa serbest zamana sahip olmayı tercih etmişti.

Hermite'in büyük analizci olarak kabul edilmesi eliptik fonksiyonlar üzerine yaptığı çalışmalar sayesinde olmuştur. 1830'lu yılların başlarında Jacobi hipereliptik integrallerden elde edilen ters fonksiyonlar üzerine çalışmaya başlamıştı ama bu yeni aşkın fonksiyonların temel özellikleri hâlâ bilinmiyordu. Diğer başarılarının yanı sıra Hermite, Abel'in eliptik fonksiyon değişkeninin hipereliptik hale bölünmesine ilişkin teoremini genelleştirmişti. 1843'ün başlarında neler yaptığını Jacobi'ye yazdığında Jacobi bu durumdan çok etkilendi. Jacobi cevaben "Bayım, şayet keşiflerinizden bazıları benim eski çalışmamla çakışırsa lütfen canınızı sıkmayın. Benim bıraktığım yerden başlamanız gerektiğinden küçük bir temas küresinin bulunması tabiidir. İleride beni mektuplarınızla onurlandırırsanız ben de neler olduğunu öğrenmiş olurum," diye yazmıştı. Hermite Jacobi'ye sık sık elde ettiği sonuçları gönderirken Jacobi de bunların Crelle'in *Journal*'ında ya da başka dergilerde yayımlanmasını sağlıyordu. Hermite sayılar kuramıyla nispeten çok ilgilendiği bir dönemin ardından yeniden eliptik fonksiyonlara döndüğünde 1877'de yayımlanan başyapıtı *Sur quelques applications des fonctions elliptiques* (Bazı Eliptik Fonksiyon Uygulamaları Üzerine) adlı eserinde Abel ve Jacobi'nin kuramlarının bir sentezine ulaşmayı başarmıştı. 1880'in hemen sonrasında Weierstrass'ın çalışmalarına ilişkin dersler vermeye başlayarak bir anlamda bu büyük Berlinli'nin görüşlerini Fransa'ya sokmuş oldu. Hermite'in yazdığı ders kitapları geniş kesimlerce büyük bir takdirle okundu.

Hermite 1848'de Ecole Polytechnique'te asistan ve giriş sınavı sorumlusu oldu. İki yıl sonra Académie Royale des Sciences üyeliğine seçildi. 1862'de okutmanlığa ve ertesi yıl da mezuniyet sınavı sorumluluğuna getirildi. 1869'da Ecole Polytechnique'te analiz profesörü olurken benzer bir görevi de Sorbonne'da sürdürdü. Öğ-

retmen olarak nasıl bir izlenim bıraktığına Hadamard'ın şu sözleriyle bir göz atalım: "Hermite'i hiç dinlememiş olanların onun sesiyle hayata gelen ve iliklerine kadar hissettiği güzelliğini bize aktarmaktan hiç vazgeçmediği bilime karşı büyük bir coşkuyla kabaran öğretmenliğinin ne kadar muhteşem olduğunu anlayabileceklerini sanmam." Hermite, Ecole Polytechnique'teki kürsüsünden 1876'da ayrılmış olsa da yalnızca yedi yıl sonra yirmi bir yıl daha yapmak üzere bu görevine Sorbonne'da devam edecekti.

Hermite 1856'da çiçek hastalığına yakalandıktan sonra Cauchy'nin etkisiyle sadık bir Katolik olmuştu. Hermite'in matematik felsefesi Platoncu bir idealizm şeklindeydi. Matematikçilerin hiçbir şey icat etmediklerini aksine insan aklından bağımsız olarak varlığını sürdüren matematiksel dünyanın düzenini zaman zaman keşfedebildiklerini düşünürdü. Daha sonra Hadamard geriye dönüp Hermite'le olan buluşmalarına baktığında şunları görüyordu: "Genç bir öğrenciyken içinde bulunduğum hoş ortam sayesinde birkaç dakikalığına da olsa ustayı düzenli olarak ziyaret edebiliyordum. Böylesi zamanlarda yalnızca kendisinin ve Weierstrass'ın yöntemleri yüzünden değil aynı zamanda bilime karşı duyduğu büyük coşku ve sevgiyle de bizler üzerinde derin etkiler bırakırdı. Kısa süren ama verimli geçen sohbetlerimizde Hermite doğrudan bana şöyle sözler sarf ederdi: 'Her kim ki Tanrı'nın yolundan ayrılır o büyük başarısızlıklara uğrar.' Bunlar son derece dindar birinin sözleriydi. Yine de benim gibi bir ateist onun ne demek istediğini, özellikle başka zamanlarda söylediği 'Matematikteki rolümüz efendilik değil uşaklıktır' şeklindeki sözleriyle çok daha iyi anlıyordu."

Aile yaşantısı bir yandan Hermite'in, Fransız matematik dünyasında giderek daha merkezileşen konumunu yansıtıyordu. Hermite'in karısı matematikçi Joseph Bertrand'ın kardeşiyken bir kızı da Emile Picard'la evlendi. Ecole Polytechnique'te geçirdiği dönem boyunca Hermite zamanının çoğunu farklı düzeyden öğrencilerle çalışarak geçiriyordu. Weierstrass'ın aksine sezgiye büyük önem veriyor, temel bilgilerin öğretilmesinde her şeyin eksiksiz olmasına çalışmanın gereksiz olduğuna inanıyordu.

Hermite araştırma alanında, usta olduğu analiz aracılığıyla aşılması güç engelleri geçmesini bilmişti. Örneğin ikinci dereceden genel denklemlerin çözümü eski zamanlardan beri bilinmekteydi. Üçüncü ve dördüncü dereceden denklemlerin çözümü benzer şekilde İtalyan Rönesansı zamanında oluşturulmuştu. Galois'nın beşinci dereceden genel denklemlerin basit cebirsel yöntemlerle çözülemeyeceğini göstermesiyle bu mesele sona ermiş gibi görünüyordu. Ancak Hermite, eliptik modüler fonksiyonların kullanılması halinde bu denklemlerin çözülebileceğini göstermişti.

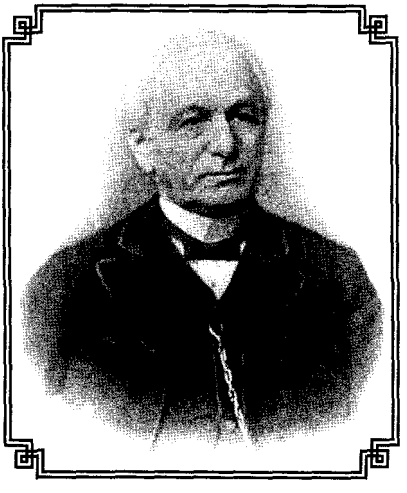
Hermite'in adının bu kadar duyulmasını belki de elde ettiği tek bir sonuç sağlamıştı. Hermite, doğal logaritma tabanı "e" sayısının aşkın bir sayı, yani rasyonel katsayılı hiçbir cebirsel denklemin kökü olmadığını ispat etmişti. Aşkın sayılar üzerine çalışan Liouville bu sayıların varlığını ortaya koymuş olsa da kendiliğinden ortaya çıkan sabitlerin bu tip sayılar olduklarını ilk kez Hermite göstermişti. Aslında π sayısının da aşkın sayı olduğunu Hermite'in "e" için kullandığı yöntemi kısa bir süre sonra uyarlayan adı çok duyulmamış bir matematikçi Carl Louis Ferdinand von Lindemann göstermişti. Bu olay Hermite'in düşüncelerinin başkaları tarafından geliştirilmesinin tek örneğiydi.

Hermite ülke içi ve dışında çok sayıda akademik ödülle onurlandırıldı. Yetmişinci yaş gününde tüm Avrupa'dan gördüğü aşırı övgü onun yalnızca deneyimli bir matematik adamı oluşundan değil o zamanların önemli matematikçileriyle sürdürdüğü geniş kapsamlı yazışmalardan da ileri geliyordu.

Hermite araştırma konusunda geniş ilgi alanlarına sahipti. Geometriciden ziyade cebirci ve analizciydi. Yine de Minkowski'nin sayılar geometrisinden büyük keyif alıyordu. Bununla birlikte düzenli yazıştığı kişilerden İngiliz matematikçi Sylvester gibi o da on dokuzuncu yüzyılda Almanya'da gelişen engin düşünceleri tam anlamıyla sindirememişti. Hermite 14 Ocak 1901'de yetmiş sekiz yaşında yaşamını yitirdi.

On dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısındaki önemli Fransız matematikçilerin pek çoğu Hermite'in öğrencisiydi. Bu kişiler arasında Appell, Borel, Darboux, Hadamard, Jordan, Painlevé, Picard ve

Poincaré vardır. Borel, Hadamard ve Poincaré'nin yaşam öykülerine geri döneceğiz. Diğerlerine metinlerde değinilecek olmasına karşın dünyanın diğer yerlerinden gelen büyük matematikçilere de yer açabilmek için burada tümünün yaşam öykülerine yer vermek mümkün değil.



Leopold Kronecker (1823-1891)

Buradaki yaşam öyküleri kahramanlarının çoğu kendi geçimlerini öğretmenlik yaparak ya da iş hayatında yer alarak sağlamak zorunda olan insanlardı ve gençlik yılları hiç de kolay geçmemişti. Oysa kitaptaki matematikçilerin birkaçı varlıklı ailelerin çocuklarıydı, iyi eğitim almışlardı ve hayatlarını sürdürmek için çalışmak zorunda değillerdi. Matematiksel araştırma, hayatlarında bir hedef olmasını sağlarken bir yandan da rekabet etmeleri için hiçbir maddi gereksinimleri olmamasına karşın yine de bu rekabetin içinde yer aldılar. Kronecker bunun en uç örneklerinden biriydi.

Leopold Kronecker 7 Aralık 1823'te şimdi Polonya sınırları içindeki, o zamanlar Prusya'nın Silezya bölgesinin önemli kenti

Liegnitz'de dünyaya geldi. Babası Isidore başarılı bir işadamı, annesi Johanna (kızlık soyadı Prausnitzer) ise aileden varlıklı biriydi. Isidore ve Johanna bariz yeteneklere sahip oğullarının eğitimine büyük özen göstermişti. Bölge *gymnasium*'undaki matematik öğretmeni, ileride yalnızca araştırmalarıyla değil öğretmenliğiyle de ünlü olacak genç Kummer'di. Küçük Kronecker matematik konusunda iyi olsa da tüm yaşamı boyunca olacağı gibi felsefe, tarih ve klasikler gibi başka konularla da ilgileniyordu. Başarılı bir jimnastikçi ve usta bir yüzücüydü, daha sonra ilk dağcılık heveslilerinden biri olacaktı. Müzik dersleri alarak başarılı bir piyanist ve vokalist oldu.

Genç Kronecker 1841'de, Dirichlet'in mesleğinin zirvesinde olduğu Universität Berlin'de öğrenci oldu. Eisenstein ve Jacobi de bölümün öğretim kadrosunda yer alıyordu. O zamanlar Alman üniversitelerindeki öğrenciler bir ya da iki öğretim dönemini başka bir yerde geçirmeleri konusunda teşvik edilirlerdi. Kronecker de bir dönemi Kummer'in geçiş yaptığı Breslau'daki üniversitede ve diğerini de bir *Burschenschaft* (öğrenci birliği) kurduğu Bonn'da geçirdi. Kronecker yirmi iki yaşında birin kompleks kökleri üzerine yaptığı tezle Berlin'den doktorasını aldı. Daha sonra en yakın dostlarından biri olacak Dirichlet raporunda Kronecker'in fevkalade bir anlayış, büyük bir gayret ve matematiğin mevcut durumuna ilişkin tam bir bilgi ortaya koyduğunu yazmıştı. Dirichlet Kronecker'i Berlin'in önemli kişileriyle de tanıştırmıştı. Bu kişiler arasında kayınbiraderi besteci Felix Mendelssohn ve bilimci Alexander von Humboldt da yer alıyordu.

Kronecker'in dayısı bir yandan bankacılık işinde çalışan bir yandan da çok geniş çiftlik işletmelerini elinde bulunduran varlıklı biriydi. Dayısı öldüğünde tüm malvarlığının yönetimi yeğenine kalmıştı. Derecesini henüz yeni almış olan genç adam bankacılık işini canlandırmak ve arazilerle ilgilenmek için Silezya'ya döndü ve bu işlerde de gayet başarılı oldu. Eski öğretmeni Kummer'le sürdürdüğü hararetli yazışmalardan da anlaşılabileceği gibi sekiz yıl süren bu dönem boyunca bir yandan da matematiği düşünüyordu. Berlin'den ayrılmasının üstünden geçen on dört yılın

ardından nihayet araştırmalarını yayımlamaya başladığında onu çok az kişi anlayabilmişti. İki yıl sonra Kronecker işlerle tüm ilgisini keserek Berlin'e döndü. Kronecker, bundan yedi yıl önce müteveffa dayısının kızı Fanny Prausnitzer'le evlenmişti. Çiftin altı çocukları oldu. Kronecker'ler içinde bulundukları büyük zenginliğin keyfini sürüyor, Berlin elitlerinin arasına karışıyor ve bol bol seyahat ediyorlardı.

Bu arada Kummer üniversitede Dirichlet'in görevini devralmış, üniversite ekibine Weierstrass da dahil olmuştu. Kronecker, bazı yabancı matematikçileri üyeliğine seçilmiş olduğu Preussischen Akademie der Wissenschaften üyeliğine aday göstermişti. Bu isimler arasında Büyük Britanya'dan Smith ve Sylvester, İtalya'dan Beltrami, Betti, Brioschi, Casorati ve Cremona vardı. Kronecker de 1868'de Académie Royale des Sciences ve 1884'te Royal Society of London'a üye seçilmişti. Almanya dışına görevlendirmelerle ilgili sık sık görüşlerine başvuruluyor ve görüşlerinin çok etkisi oluyordu. Akademi üyesi olarak üniversitede ders verip vermemek kendi tercihine kalmış olsa da Kronecker Kummer'in teşvikiyle üniversitede profesörmüş gibi düzenli dersler veriyordu.

Riemann 1866'da yaşamını yitirdiğinde Göttingen'deki kürsüsü Kronecker'e teklif edilmişti. Kronecker akademi üyesi olarak Berlin'de sahip olduğu özgürlüğü kaybetmek istemediğinden bu teklifi geri çevirdi. Kronecker Universität Berlin'de ancak 1863'te Kummer emekliye ayrılmaya karar verdiğinde onun yerine profesörlüğe getirildi. Karısının 1891'deki ölümüyle dağılan Leopold Kronecker de onun ardından aynı yılın 29 Aralık günü, altmış dokuzuncu yaş gününden kısa bir süre sonra yaşamını yitirdi. Yaşamının son yıllarında resmi olarak Hıristiyanlığa geçmişti.

Kronecker'in matematik felsefesine ilişkin tartışmalara neden olan keskin görüşleri vardı. Ne yazık ki bu görüşlerine ilişkin az sayıda yayın yapmış olduğundan bildiklerimizin büyük çoğunluğunu onun görüşlerine şiddetle karşı çıkanların yazdıkları oluşturuyor. Kronecker'in görüşleri alışılmışın dışında ve hatta genel kabul görmüş inanışlara terstir. Çoğunlukla saptırılmışlardır. Kronecker'in sayılar kuramı ders notlarının, takipçisi Hensel tarafından yazılan

önsözünden alınan şu pasaj onun görüşlerine ilişkin makul bir fikir verecektir:

> Kronecker'in sayılar kuramı ve cebire yaklaşımını neredeyse diğer herkesten ayıran katı göreneği, genel aritmetiğin tanım ve kavramlarını bilinçli olarak empoze etmesine dikkat çekmek isterim. Kronecker, matematiğin bu alanlarında herhangi bir tanımın verilen herhangi bir niceliğe uygulanıp uygulanamayacağını sınırlı sayıda basamakta test edebilecek biçimde düzenlenebilmesi ve hatta düzenlenmesi gerektiğine inanırdı. Aynı şekilde bir niceliğin mevcudiyetinin ispatı ancak mevcudiyeti kanıtlanacak olan niceliğin gerçekten bulunabileceği bir yönteme sahip olması durumunda eksiksiz olarak kabul edilebilirdi. Kronecker bu aşırı talebi karşılamayan tanım ya da ispatı bütünüyle saf dışı bırakma arzusunda da değildi ama bu tür durumlarda bir şeylerin eksik olduğunu düşünüyor, temel bir noktaya ilişkin bilgimizi genişletebilecek bu kusurun ortadan kaldırılmasını önemli bir sorun olarak görüyordu. Ayrıca bu anlamda eksiksiz olan bir formülasyonun, bu şartları sağlamayan bir diğerine kıyasla daha basit bir forma sahip olacağını düşünüp derslerinde de pek çok durumda bu durumu bol bol gösteriyordu.

Şu sözlerin Kronecker'e ait olduğu söylenir: "Tanrı yalnızca tam sayıları yarattı, geri kalan her şey insanların ürünüdür." Yine de Kronecker'in tam olarak nerede durduğu konusunda kafa karışıklığı vardır. "Kronecker esas olarak, sonraki yıllarda tüm matematik çalışmalarında kati bir zihinsel norma yükselttiği aritmetik ve cebir üzerine çalışmıştı. Felsefi gerekçelerle yalnızca tam sayıları ya da en iyi olasılıkla rasyonel sayıların varlığını kabul edip irrasyonel sayıları tamamıyla kafasından atmak isteyen Kronecker'le birlikte matematikte Weierstrass'çı fonksiyon kuramını yetersiz bulan yeni bir doğrultu ortaya çıktı," diyen Klein, Kronecker'in pürizminden özellikle memnuniyetsizdi. Klein, daha sonra on dokuzuncu yüzyılda matematiğin gelişimiyle ilgili kaleme aldığı raporunda Kronecker'e ilişkin daha olumlu bir değerlendirme yapacaktı:

> İşte o Kronecker, yaşamının son dönemlerinde dahi gençlere özgü bir tutkuyla bilimimize yeni düşünceler sunabiliyor ve böylece Berlin'in matematiksel araştırmaların merkezi olarak sahip olduğu eski şöhretini yeni bir biçime

> sokuyordu. Bu, insanın hiç tereddüt etmeden saygı duyacağı bir başarıdır. Benim tek eleştirim felsefi açıdan Kronecker'in kendisine uzak olan çeşitli bilimsel yönelimlere karşı sürdürdüğü mücadelenin tek taraflılığına yöneliktir. Muhtemelen bu tek taraflılık Kronecker'in mizacından ziyade özgün yeteneklerinde daha temelsizdir. Gösterebildiği tüm beceri ve azimle Alman matematiğinin mümkünse tümü üzerinde koşulsuz bir hâkimiyet kurmak giderek daha fazla peşinden koştuğu bir hedef haline gelmişti.

Kronecker özellikle meslektaşı Weierstrass'ın yaptığı matematik tarzını eleştiriyordu. İkilinin arasındaki bu anlaşmazlık kişisel ilişkileri üzerinde de talihsiz sonuçlar doğurdu. Birlikte çalıştıkları ilk yıllarda yakın arkadaşlarken daha sonra birbirlerine düşman olacak kadar yabancılaştılar. Sonya Kovalevskaya 1885'te Mittag-Leffler'e şöyle yazmıştı: "Enestrom, Berlin'de ziyaret ettiği Kronecker'in fonksiyon kuramına hayli eleştirel baktığını, Cantor'dan da pek hoşlanmadığını belirtmişti. Weierstrass, bizim yarışmamıza hakem olarak çağırılmadığından Kronecker'in üzgün göründüğünü de yazmıştı. Bunun hakkında hiç konuşmaması çok kızgın olduğunun bir işareti." Bahsi geçen yarışma İsveç Kralı II. Oskar'ın himayesinde 21 Ocak 1889'da altmışıncı yaş günü şerefine düzenlenen ödüllü, uluslararası bir yarışmaydı. Yarışmanın hakemleri Hermite, Weierstrass ve Mittag-Leffler'di. Kronecker kendisinin de hakemlerden biri olması gerektiğini düşünüyordu. Yarışmanın ayrıntılarını düzenleyicisi Mittag-Leffler'in sonraki bölümdeki yaşam öyküsüne saklıyoruz.

Ömrünün son dönemlerinde yaşadığı çekişmelerin Kronecker'in araştırma alanındaki başarılarını gölgelediğini söylemek doğru olmaz. Bu başarıları, rasyonellerin Abel genişletmeleri olduğu kolayca görülebilen siklotomik cisimlerin alt cisimlerinin aslında böylesi tüm genişletmeleri içerdiğini gösteren 1853 tarihli makaleyle başlar. Bu, cebirsel sayılar kuramında şimdiye dek pek çok kanıtı sunulmuş temel bir sonuçtur. Kronecker'in kendisinin bir ispata kavuşup kavuşmadığı belirsizdir. Belki Kronecker de Gauss gibi bir sonucun keşfedilmesi ile bu sonucun kurallı bir kanıtının yapılması arasında bir fark gözetiyordu.

Çok daha sonra 1880'de "meinen liebsten Jugendtraum" (gençliğimin sevgili düşü) dediği şeyle ilgili Dedekind'e yazmıştı. Kronecker, Abel ve Jacobi'nin de üzerinde çalıştığı eliptik fonksiyonların kompleks çarpımı problemiyle ilgilenmişti. Bu problem, verili bir f eliptik fonksiyonu için f (wz)'yi iki yönde de periyodik f (z) fonksiyonu ile aynı periyotlara sahip ve iki yönde de periyodik yapacak biçimde bir w kompleks sayısı bulma problemiydi. Kronecker, çembersel fonksiyonların rasyonel cisimlere yaptığını yani tüm Abel genişletmelerini üretmesini, kompleks çarpımı olan eliptik fonksiyonların sanal kompleks sayı cisimlerine yapacağı sanısını ortaya atmıştı. Kronecker bununla ilişkili olabilecek eliptik fonksiyonlar üzerine bir dizi makale yayımlamış olsa da ölüm, *Jugendtraum* teoreminin kanıtına ulaşmasına izin vermedi. Yine de teorem doğru bir şey söylüyordu ve daha sonra göreceğimiz gibi Japon matematikçi Takagi, Birinci Dünya Savaşı dönemi civarında teoremi ispatladı.

Weierstrass şöyle yazmıştı: "Kronecker Kummer'den farklı biri. Yeni olan her şeyden çok çabuk haberdar oluyor. Düşünceleri kolayca kapabilmesi bunu yapabilmesini sağlıyor. Yine de bu işi konunun içine tamamıyla dalacak bir biçimde yapmıyor. Kendi incelemelerine gösterdiği ilginin aynısını aşina olmadığı bir çalışmanın içine girerken gösterme becerisine sahip değil." Frobenius'a göre Kronecker, peşinden gittiği alanlardaki büyük matematikçilerin dengi değildi: "Kronecker'in düzeyi analizde Cauchy ve Jacobi'nin, fonksiyon kuramında Riemann ve Weierstrass'ın, aritmetikte Kummer ve Dirichlet'in ve cebirde de Galois'nın altında kalıyordu." Böyle olsa da Kronecker'in on dokuzuncu yüzyılın en özgün matematikçileri arasında sağlam bir yeri var gibi görünüyor. Belki de haddinden fazla dogmatik görüşleri değerinin yeterince anlaşılamamasına neden oldu. Oluşturmacılık (konstrüktivizm) bayrağını daha sonra göreceğimiz gibi Brouwer devraldı. Hayatımıza bilgisayarların girmesiyle Kronecker'in peşinden tutkuyla gittiği sorulara yönelik yeniden bir ilgi doğdu.

Bernhard Riemann (1826-1866)

On dokuzuncu yüzyılın seçkin matematikçileri arasında Bernhard Riemann'ın özel bir yeri vardır. Yalnızca on beş yıl süren etkinlik döneminde matematiğin hemen her alanına çok büyük katkıları olmuştur. İntegral kuramı, kompleks değişkenli fonksiyonlar kuramı, geometri, varyasyonlar analizi, elektrik kuramı ve bunlar gibi pek çok konuda çalışmalar yapmıştır. Yine de Riemann'ın çalışmalarını değerli yapan yalnızca başardıkları değil olağanüstü verimli düşüncelerinin matematiğin yanı sıra mekanik, fizik ve bir bütün olarak doğa bilimlerinde çok sayıda gelişmeye yol açmış olmasıdır.

Riemann'ın sağlığı çocukluk döneminde de iyi değildi ve aslında yakın aile çevresinin tümü hastalıklar ve erken ölümlerle bo-

ğuşuyordu. Annesi, Riemann henüz yirmi yaşındayken yaşamını yitirirken bir erkek ve üç kız kardeşi de annelerinin ölümünün hemen sonrasında yaşama veda etmişlerdi. Ölüm sebeplerinin verem olduğu neredeyse kesin gibi. Hastalığa neden olan basilin keşfine dek veremin Kuzey Avrupa'da kalıtsal bir hastalık olduğu düşünülüyordu. Oysa biraz güneyde veremin enfeksiyonla bulaşan bir hastalık olduğu biliniyordu.

Breselenz köyü Hannover Krallığı'nın sapa bir bölgesinde, Dannenberg kenti yakınlarında yer alır. Tam adıyla Georg Friedrich Bernhard Riemann burada 17 Eylül 1826'da dünyaya geldi. Babası Friedrich Bernhard Riemann 1812-14 arasında Napoléon dönemi savaşlarında teğmen olarak hizmet etmiş Lutherci bir vaizdi. Baba Riemann, Hamburg kuşatmasında adı ön plana çıkmış Avusturyalı general Kont Ludwig Wallmoden'in ordusunda yer almıştı. Friedrich Riemann, mahkeme üyesinin kızı Charlotte Ebell'le evlendiğinde orta yaşlı biriydi. 1833'te aile Breselenz'den yakınlardaki Quickborn köyüne taşınarak Friedrich Bernhard'ın 1855'teki ölümüne dek burada kaldı. Ailesine çok bağlı olan geleceğin matematikçisi Bernhard aile bireyleriyle yakın ilişkisini ömrünün sonuna dek sürdürdü. Sıkılgan ve çekingen Bernhard kendini yalnızca ailesiyle birlikteyken rahat hissediyordu.

Bernhard'ın beş yaşındayken ilgisini en çok çeken şey tarihti (hatırlanacağı gibi çocukluk dönemlerinde Gauss filolojiye, Jacobi ise eski dillere ilgi duyuyordu). Çok geçmeden ailede küçük çocuğun hesap yapma konusundaki çarpıcı yeteneği fark edildi. Altı yaşında babasının verdiği eğitim sayesinde aritmetik problemlerini çözüyordu. On dört yaşında Hannover'deki *gymnasium*'un son sınıfına başlaması onu çok mutsuz etmişti ki iki yıl sonra daha yakınlardaki Luneburg *gymanasium*'una geçti. On dokuz yaşına dek eğitimini burada sürdürdü. Legendre'ın sayılar kuramı üzerine incelemesinin de yer aldığı okul müdürünün kişisel kütüphanesini kendisinden aldığı izinle kullanabiliyordu. Genç Riemann bu 900 sayfalık eseri altı günde bir çırpıda okumuştu. Sonraki yıllarda Riemann'ın sayılar kuramına yaptığı katkılarda bu eserin etkisi aşikârdı.

1846'da Riemann babasının isteği doğrultusunda Georg-August'ta ilahiyat fakültesine kaydoldu. Riemann'ın matematiğe olan ilgisi öylesine güçlüydü ki babasından bu ilgisine uygun felsefe bölümüne geçmek için izin istedi. O zamanlar Gauss hâlâ Göttingen'deydi ama Riemann'ın Gauss'la çok sonra gerçekleşen tanışmalarına dek bir ilişkileri olmamış gibi görünüyor.

Riemann, Georg-August'ta geçirdiği bir yılın ardından Dirichlet, Eisenstein, Jacobi ve Steiner'ın profesörlük görevlerini sürdürdüğü Berlin'e geçti. İçlerinde Riemann'a en yakın davranan Eisenstein olsa da Riemann en çok Dirichlet'in derslerinden etkilenmişti. Riemann iki yıl sonra Göttingen'e dönerek Gauss'un öğrencilerinden Weber'in verdiği elektrodinamik dersine katıldı. Riemann bir buçuk yıl kadar Weber'in laboratuvarında asistanlık yaparken fiziğe karşı ilgisi de şekillenmeye başlamıştı. 1850'de matematiksel fizik ve ilgili konular üzerine Riemann'ın da katıldığı bir seminer düzenlenmişti. Seminere katılan diğer bir kişi ise daha sonra topoloji üzerine iki monografi yayımlayacak Listing'di. Topoloji, Leibniz tarafından kullanılan *analysis situs* terimine Listing'in bulduğu karşılıktı.

Kasım 1851'in sonlarında Riemann "Grundlagen für eine allgemeine theorie der funktionen einer veränderlichen complexe grösse" (Kompleks Değişkenli Fonksiyonların Genel Kuramının Temelleri) başlıklı doktora tezini sundu. Tez, analitik fonksiyonların geometrik özelliklerinin araştırılmasına adanmıştı. Riemann Gauss'un bıraktığı yerden, aynı geometrik yaklaşımı kullanarak devam etmişti. Riemann'ın Cauchy'nin çalışmalarından haberdar olup olmadığı belirsiz olsa da kuramı bu çalışmalarının çok ötesine geçmişti. Üstüne üstlük tüm sonuçlar bugün bizim Riemann yüzeyleri kuramı ya da cebirsel eğriler olarak bildiğimiz büyük resmin bir parçası olarak ortaya çıkmaktadır. Trigonometrik fonksiyonların diğer bir deyişle çembersel fonksiyonların bir çember üzerinde tanımlanmış reel değerli fonksiyonlar olarak düşünülebileceği gibi eliptik fonksiyonlar da bir simit (torus) üzerinde tanımlanmış kompleks değerli fonksiyonlar olarak kabul edilebilir. Riemann'ın tezi modern holomorfik fonksiyonlar kuramının özünü barındırırken sistematik topoloji çalışmalarını başlatmış, cebirsel geometride

devrim yaratmış ve Riemann'ın diferansiyel geometri yaklaşımının yolunu açmıştır. Genç insanlara karşı genellikle soğuk ve eleştirel yaklaşan Gauss bile tezin "yazarın sıra dışı bağımsızlığını açığa çıkaran, bir doktora tezi için ortaya konan şartları fazlasıyla karşılayan" bir çalışma olduğunu belirten övgü dolu bir değerlendirme yazısı kaleme almıştı. Riemann'ın öne sürdüğü pek çok düşünceyi Gauss'un zaten biliyor olması ve her zamanki gibi bunları kendine saklamış olması kuvvetle muhtemeldir.

Matematiğin çeşitli alanlarında iki yıl süren yoğun çalışmaların ardından Riemann *Habilitationsschrift*'ini Aralık 1853'te sundu. Ancak ölümünden sonra yayımlanan bu çalışmanın başlığı "Bir fonksiyonun trigonometrik serilerle gösterilebilirliği üstüne" şeklindeydi. Konu üzerindeki çalışmaların kaynaklarıyla verildiği uzun bir girişe sahip çalışma ustaca hazırlanmış bir eserdi. Riemann integrali olarak bildiğimiz integral çeşidini de bu çalışmasında ortaya koymuştu. *Habilitasyon* sürecinin ikinci aşaması "deneme dersi" için ise Riemann üç konu başlığı önermişti. Bu konuların ikisi zaten hazırlığını yapmış olduğu elektrik kuramı üzerineydi ama Riemann bu iki konunun da seçilmemesi üzerine şaşkınlığa uğradı. Bunların yerine Gauss'un tavsiyesiyle geometrinin temelini oluşturan varsayımlara ilişkin üçüncü konu başlığı seçilmişti. Riemann babasına şöyle yazmıştı:

> Bu konu üzerine hazırlık yapmam gerektiğinden şimdi yine ne yapacağımı bilemez durumdayım. Şimdiye dek elektrik, manyetizma, ışık ve yerçekimi arasındaki bağlantıya ilişkin incelemelerime devam etmiştim ve bu konuda öylesine bir ilerleme kaydettim ki hiçbir tereddüt yaşamadan bunu yayımlayabilirim. Gauss'un da yıllardır bu konu üzerinde çalıştığı ve bundan da dostlarına (başta Weber olmak üzere) bahsettiğinden giderek daha fazla emin olmaya başladım. Belki de küstahça gelecek ama sana büyük bir güvenle şunu söylemek isterim. Umarım her şey için çok geç değildir ve yine umarım ileride bağımsız bir araştırmacı olarak tanınırım.

Deneme dersi yapıldıktan sonra Riemann babasına yeniden yazar:

> Tüm fizik yasalarının tekliğine ilişkin incelememe öylesine gömülmüştüm ki deneme dersinin konusu bana söylendiğinde kendimi araştırmalarımdan ayıramadım. Daha sonra kısmen bu konu üzerinde kara kara düşünmekten kısmense bu kötü havalarda sürekli içeride olmaktan hastalandım. Eski sorunum büyük bir inatçılıkla tekrarlayınca işimin başına geçemedim. Havalar biraz düzelip ben insanların arasına biraz daha karışarak kendimi daha iyi hissetmeye başladığımda hastalığımın üzerinden tam yedi hafta geçmişti. Yaz için bahçeli bir ev kiraladığımdan sağlığım beni pek de rahatsız etmedi. Bırakamadığım bir problemi paskalyadan iki hafta sonra tamamlayarak yeniden deneme dersi üzerinde çalışmaya başladım. Çalışmam ancak hamsin yortusunda* sona erdi. Dersim için hemen bir tarih ayarlama konusunda yaşadığım sıkıntılar nedeniyle neredeyse bunu halledemeden Quickborn'a dönmem gerekecekti. Doktorlar ağır hasta olan Gauss'un ölüm döşeğinde olduğunu söylüyorlardı. Beni sınava alamayacak kadar güçsüz olan Gauss iyileşme umuduyla ve zaten sonbahara dek ders de veremeyeceğimden benden ağustosa kadar beklememi istedi. Daha sonra da hamsin yortusundan sonraki cuma günü dersi ertesi gün saat on bir buçuğa koymaya karar verdi. Cumartesi günü büyük bir mutlulukla her şeyi geride bırakmıştım.

Dersi takip edenler arasında yalnızca Gauss, Riemann'ın düşünce tarzının derinliğini takdir edebilirdi. Ders, tüm beklentilerini aşarak Gauss'u büyük bir şaşkınlığa sevk etmişti. Daha sonra Gauss dersten büyük bir övgü ve eşine az rastlanır bir coşkuyla bahsetmişti. Ders matematiksel olduğu kadar felsefiydi de. Riemann, fiziksel uzaya ilişkin kesin olarak ne bilebileceğimiz sorusunu ortaya atmıştı. Fiziksel uzayda geçerli olan belirli aksiyomları deneyim sonucu belirlemeden önce uzay deneyiminde hangi koşullar ve gerçekler kabul edilmiştir? Riemann, Eukleides aksiyomlarının aşikâr doğrular değil ampirik olduklarını iddia etmekteydi. Riemann, açık bir şekilde bilinmeyen doğruları algılarımıza dayanarak kabul etmenin bizi yanlış yönlendirebileceği gerekçesiyle analitik yaklaşımı benimsemişti. Böylece uzaya ilişkin analize dayanan kesinlikle *a priori* olandan yola çıkarak gerekli sonuçlara ulaşabilirdik. Bu durumda uzayın bunun dışında kalan tüm özellikleri ampirik olacaktır.

---

* Paskalya yortusundan sonraki yedinci pazar. (ç.n.)

Böylece Riemann nihayet resmen ders vermeye başlayabilirdi. Kısmi diferansiyel denklemler üzerine verdiği ilk derse yalnızca sekiz öğrenci katılmış olsa da ilk başlardaki çekingenliğinden giderek kurtularak aralarında Dedekind'in de bulunduğu dinleyicileriyle bir yakınlık sağladı. Babasına şöyle yazmıştı: "Artık düzenli olarak derslere giriyorum. İlk baştaki çekingenliğim ve zorlanmam yavaş yavaş azaldıkça kendimi düşünmektense dinleyicilerimi düşünmeye başladım. Yüzlerindeki ifadeden konuya devam edip daha fazla şey anlatıp anlatmamam gerektiğini anlayabiliyorum." Oysa Dedekind, Riemann'ın ders verme şeklinin ilerleme kaydetmediğini düşünüyordu. Riemann tüm yaşamı boyunca insanlarla ilişkiye geçme konusunda güçlük çekmişti.

Riemann'ın bilinebildiği kadarıyla elde ettiği bilimsel başarılar meslektaşlarınca hayli temkinli karşılanıyordu. Gauss'un 1855'teki ölümünün ardından yerini Berlin'den gelen Dirichlet'in alması şaşırtıcı değildi. Riemann Dirichlet'e büyük bir hayranlık duyuyordu. Riemann ve Dirichlet'in düşünce şekillerinin yanı sıra bilimsel merakları da birbirine yakındı. Klein, matematiğin on dokuzuncu yüzyıldaki gelişimini aktardığı raporunda bu durumu şöyle ortaya koyuyordu: "Riemann Dirichlet'e benzer düşünce yapısından kaynaklanan içten bir yakınlıkla bağlıydı. Dirichlet her şeyi sezgisel bir altyapıyla açıklamaya bayılırdı. Bunun yanı sıra temel sorulara güçlü, mantıksal analizler sunarak uzun hesaplamalardan mümkün olduğunca kaçınırdı. Hoşuna giden bu tarzı benimseyen Riemann çalışmalarında da Dirchlet'in yöntemlerini kullanırdı." Dirichlet ayrıca Riemann'a bir miktar para ve gözlemevinde kira vermeden oturacağı küçük bir ev sağlayan küçük bir işin ayarlanması gibi günlük konularda da yardımcı oluyordu.

Bu zorlu yıllarda Riemann mesleki destekten fazlasına gereksinim duyuyordu. Ailesiyle ilgili bazı talihsizlikler yaşadı. Babasının 1855'teki ölümünün hemen ardından kız kardeşi Clara da yaşamını yitirdi. Hayatta kalan üç kız kardeşi Bremen'deki erkek kardeşlerinin yanına taşınınca Riemann'ın Quickborn'da sığınabileceği bir ev kalmamıştı. Aşırı çalışmanın getirdiği sinir bozukluğunun üzerine eklenen tüm bu gelişmeler Riemann'ı depresyona sokmuş-

tu. Dinlenmek için yakınlardaki Harz dağlarına giden Riemann'ı izleyen Dedekind kız kardeşine şöyle yazmıştı: "İnsan Riemann gibi mükemmel ve bilimsel açıdan önemli birisini şu an içinde bulunduğu son derece mutsuz durumdan kurtarmak için niyetini açıkça belli etmeden elinden ne geliyorsa yapmalı. İyiliği için bir şeyler yapmak zaten her zaman güç olmuştur. Ona yardım edebilmenin tek yoluysa kişinin yaptıklarını onun için olduğu kadar kendisi için de yaptığına ikna edebilmek. Riemann başkalarına sıkıntı vermekten hiç hoşlanmaz. Sırf hiç kimsenin ona katlanamadığını düşündüğünden buradayken en tuhaf şeyleri yaptı..."

Yeni talihsizlikler kapıdaydı. Önce erkek kardeşi öldü. Onunla Bremen'de yaşayan üç kız kardeşi de bu nedenle Göttingen'e geldi. Neyse ki Riemann en sonunda doçentliğe atanmıştı ama üç kardeşe bakmak kısıtlı imkânlara sahip Riemann'a ağır bir mali yük getirmişti. Çok geçmeden kardeşlerinden birini daha kaybetti. On sekiz ay sonra Dirichlet'in ölümü Riemann için bir darbe daha olmuştu. Yine de Riemann artık hak ettiği saygıyı görmeye başlamıştı. 1859'da Georg-August'ta Dirichlet'ten boşalan profesörlüğe getirildi. Preussischen Akademie der Wissenschaften'in muhabir üyeliğine seçilmesi sonrasında bu unvanı almak üzere Prusya başkentine gittiğinde burada Dedekind'in yanında kaldı. Riemann, üçlü* tarafından çok sıcak bir şekilde karşılanmıştı. Ertesi yıl baharda bir aylığına Paris'e gittiğinde de Hermite ve diğer matematikçilerce hayli sıcak karşılanmıştı. Riemann ayrıca, Académie Royale des Sciences ve Royal Society of London'ın akademik ödüllerine de layık görüldü.

Artık tam zamanlı bir profesör olan Riemann evlilik masraflarını karşılayabilecek durumdaydı. Gelin adayı, kız kardeşlerinin Mecklenberg-Schwerin'li bir arkadaşları Elise Koch'tu. Temmuz 1862'de gerçekleşen evlilik Riemann'ın kalan son birkaç yılına neşe saçmıştı. Çok kısa bir süre sonra Riemann'da veremin vücudunda yerleştiğinin ilk belirtisi, zatülcenp görüldü. Bir süre sonra Dedekind "Derslerini büyük bir güçlükle veriyor. Yorgunluğu ve

---

* Kummer, Weierstrass ve Kronecker. (ç.n.)

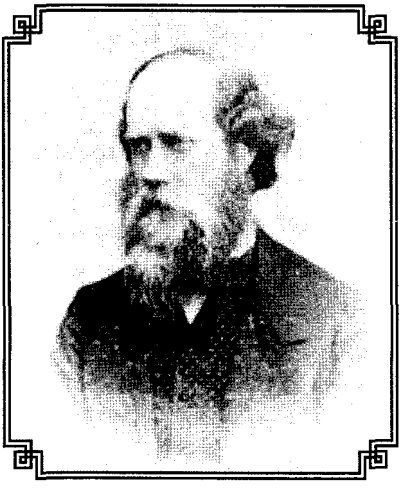
bitkinliği açıkça görülüyor. Düşünceleri sık sık onu yanıltıp en basit şeyleri bile açıklayamaz hale getiriyor," diye yazacaktı.

Riemann yaşamının son yıllarının neredeyse tamamında karısı Elise'yle birlikte İtalya'da yaşadı. İtalya'ya gidişlerindeki esas neden sağlık sorunları olsa da Riemann'ın sanat ve eski eserlere duyduğu ilgi de bunda etkiliydi. 1862-63 kışını Sicilya'da tarihi alanları dolaşarak geçiren Riemann'lar Almanya'ya dönüş yolunda Palermo, Napoli, Roma, Livorno, Pisa, Floransa ve Milan'da vakit geçirdiler. Riemann İtalyan matematikçiler Betti, Brioschi ve Casorati'yi 1858'de Göttingen'e yapmış oldukları ziyaretten dolayı zaten tanıyordu. Pisa'da kendisine önerilen görevi ders veremeyecek kadar bitkin olduğunda bu görevi dostlarına yükleyemeyeceğini düşünerek reddetti. Yine de Betti'nin daha sonra Betti sayıları olarak bilinecek sayısal değişmezleri ortaya koyduğu önemli ama özgün olmayan makalelerinde Riemann'ın etkisi görülebilir. Birliğini yeni sağlamış olan İtalya'da Riemann bir otorite olarak büyük bir saygı görüyor ve hiç şüphesiz matematiğin bu ülkedeki gelişiminde dolaylı da olsa güçlü bir etki yapıyordu.

Riemann'lar Göttingen'e son kez döndüklerinde kış şartları onun için fazlasıyla ağırdı. Kız kardeşlerinden biri daha yaşamını yitirince yalnızca tek kardeşi kaldı. Riemann ders vermeyi bırakarak yanında karısı ve üç yaşındaki kızı Ida olduğu halde 1866'nın Haziran ayı sonlarında İtalya'ya yeniden gitti. Maggiore Gölü'nün kuzey ucunda küçük bir köy olan Selasca'da beraberce birkaç hafta geçirdiler. Hızla güçten düşen Riemann ölümünün yakın olduğunu hissediyordu. Dedekind anma konuşmasında Riemann'ın ölümünden bir gün öncesini "İncir ağacının altında, ruhu harika manzarayla neşeyle kaplanmış olarak dinleniyordu. Ne yazık ki tamamlayacak zamanı olmadığı son çalışması üzerinde çalışıyordu," şeklinde anlatacaktı. 20 Temmuz 1866'da henüz kırk yaşına varmadan yaşamını yitirdi. Yakınlardaki Biganzola köyüne defnedildi. Ölümünden sonra notlarının arasında şöyle bir not bulundu: " (s)'in bu özellikleri yayımlayacak kadar basitleştiremediğim bir ifadeden çıkarıldı." Bu özelliklerden biri bugün bile hâlâ kanıtlanamamış olan Riemann varsayımıydı.

Ortaya attığı kavramların günümüzde modern matematiğin temelleri olarak kabul edilmesi nedeniyle Riemann için ilk modern matematikçi değerlendirmesi yapılabilir. Yine de çalışmalarının önemli bir kısmı, hatta belki de en önemlisi Riemann hayattayken çok az biliniyordu. Bu çalışmaların çok azı yayımlanmıştı. Riemann yüzeyi düşüncesinin tamamıyla anlaşılabilmesi için bir elli yıl daha geçmesi gerekirken Riemann geometrisi ancak Einstein'ın bu geometrinin genel göreliliğin çerçevesini oluşturduğunu fark etmesiyle hak ettiği yeri aldı. Aslında Riemann yaşamının son on yılını bir tür birleşik alan kuramı gibi görünen öngörüsünü oluşturmakla geçirmişti. "Sonsuz küçük geometrisindeki önvarsayımlarının geçerlilik problemi metriğin içsel mantığıyla alakalıdır. Bu soruda ayrık bir manifoldda metrik ilkesinin manifoldun bizzat içinde yer alırken sürekli bir manifoldda bunun başka bir yerden geldiğine dikkat edilmelidir." Bugün bile Riemann'ın görüşlerinin kapsamı tam anlamıyla anlaşılabilmiş değildir.

Riemann esas olarak matematikçi olarak kabul edilse de fizik ve matematiğin fiziksel dünyayla olan ilişkisi de ilgisini çekerdi. Riemann gazlar kuramı, akışkanlar dinamiği, ısı, ışık, manyetizma ve akustik üzerine yazılar kaleme almıştı. İnsan kulağının mekanizmasını da incelemişti. Geometrinin temellerine ilişkin çalışmasında fiziksel uzaya ilişkin bilgilerimizin ne kadar güvenilir olduğunun yanıtını aramıştı. Kendisi için en büyük ilgi alanının fizik yasaları olduğunu belirtmişti. Matematiksel çalışmalarında fiziksel kanıtları da rahat bir şekilde kullanmıştı. Klein'ın verdiği kanıtlara dayanarak Riemann'ın kompleks fonksiyonlara ilişkin düşüncelerine elektrik üzerine yaptığı çalışmaların fikir vermiş olması kuvvetle muhtemel gibi görünüyor. Elektrik konusunda oldukça merkezi bir konuma sahip olan potansiyel denklemi, Riemann'ın kompleks analizinde de bu özelliğini sürdürmektedir.



Henry Smith (1826-1883)

Bu dönemde matematikte Fransız ekolü ya da Alman ekolünden (ya da ekollerinden) bahsedilebilecekken kayda değer bir seçkinliğe ulaşmış çok az sayıda İngiliz matematikçi olduğundan matematikte bir İngiliz ekolünün varlığından söz etmek güçtür. Jacobi'nin 1842'de Cambridge kolejlerinden birinde öğretim üyeleriyle birlikte yemek yediği bir sırada kendisine İngiltere'nin en büyük matematikçisinin kim olduğu yönündeki düşüncesi sorulduğu, onun da "Hiç yok," diye yanıt verdiği şeklinde bir anekdot anlatılır. Daha sonrası için bu, pek de insaflı bir yanıt olmayacaktır. Bu dönemde soyut matematik alanında İngiltere'deki en seçkin matematikçinin kim olduğunu sorduğumuzda Sylvester ve

Cayley'in isimleri ön plana çıkacaktır ama aslında bugün adı çok daha az bilinen Henry Smith'in bu unvana sahip olması gerektiğini düşünüyorum.

Öncelikle o dönemde matematiğin konumu göz önüne alındığında Cambridge'den daha farklı bir yerde duran Oxford'daki matematiğe ilişkin birkaç şeyin söylenmesi gerekiyor. Oxford'da öğrenciler sınavlarda elde ettikleri başarılara göre sıralanmadıklarından bu okulda rekabet daha düşük düzeydeydi. Cambridge'de okuyan bir öğrencinin matematik Tripos'unu başarıyla tamamlamadan klasik Tripos'a geçmesine izin verilmezdi. Bununla kıyaslandığında Oxford'da çok az sayıda öğrenci temel matematik eğitiminin ötesine geçerdi.

Tam adıyla Henry John Stephen Smith, tanınmış İrlandalı avukat John Smith ile eğitimli ve zeki karısı Mary'nin (kızlık soyadı Murphy) ikinci oğullarıydı. Çiftin ikisi bebekken ölen dört çocukları olmuştu. Kızları Eleanor ile 2 Kasım 1826'da Dublin'de dünyaya gelen Henry hayatta kalan çocuklardı. Henry Smith, Riemann'la hemen hemen aynı yaşta olsa da bu ikili birbirinden dağlar kadar farklıydı. Küçük Henry daha iki yaşına bile gelmeden kaybettiği babasını hiç tanımıyordu. İhtilaflı vasiyetname nedeniyle Henry'nin annesi bir süreliğine büyük darlık içinde kaldı. Sorun olumlu bir şekilde sonuçlanınca Mary İngiltere'ye taşınarak en sonunda Wight Adası'ndaki Ryde kasabasına yerleşti. Mary oğlunun eğitimini de verebilecek kadar bilgili ve dirayetli bir kadındı. Henry'nin, hastalıklı bir çocuk olmasına karşın çok geçmeden son derece zeki olduğu anlaşıldı. Henry on bir yaşına geldiğinde annesi ona özel bir öğretmen tutmuştu. Küçük çocuktan oldukça etkilenen öğretmen onun hayli ilginç, kendi halinde, cana yakın ve sıcakkanlı bir çocuk olduğunu belirtmişti. Günde beş saatlik eğitimi boyunca Henry, temel klasik yazarların pek çoğunu okudu, Latince ve Yunanca'yla birlikte biraz İbranice öğrendi ve matematik üzerine çalıştı.

Ne yazık ki bir süre sonra görevinden ayrılan öğretmenin yerinin doldurulması pek kolay değildi. Bu nedenle aile, sonradan iyi bir matematikçi olduğunu anladıkları iyi bir öğretmen buldukları Oxford'a taşındı. Yeni öğretmen, o zamanlar ününün zirvesindeki

Rugby School'a geçince Henry de onu takip etti. Ancak iki yılın ardından annesi, velisi olan dayısıyla birlikte Henry'nin bu okulda bir yıl daha geçirmesindense bir süre kıta Avrupa'sında kalmasının daha iyi olacağına karar verdi. Bunun üzerine aile kışı geçirmek üzere Nice'e ve ardından da yaz için Luzern'e gitti. Henry, Balliol* bursu için de başvurmuştu. Henry bu bursu kazanınca 1845 paskalyasında Oxford'a gidebilirdi. Kolejde Henry'yle mülakat yapan ve daha sonra ömür boyu dost olacakları Benjamin Jowett şöyle demişti: "Henry, Oxford'da tanıdığım herkesten çok daha büyük doğal yeteneklere sahipti. Gördüğüm en berrak ve duru zihnin yanı sıra böylesine genç bir yaşta çok zor rastlanacak doğal bir yaşam deneyimine sahipti. İnsanları iyi tanırdı." Ne yazık ki Henry, Luzern'den Roma'ya taşınan annesi ve kız kardeşini ziyarete gittiğinde çiçek hastalığına yakalandı. Oxford'da geçirdiği ilk dönemin ardından yeniden Roma'ya gittiğinde bu sefer de sıtmaya yakalandı. O kış İngiltere'ye dönmek yerine Paris'te kalarak çalışmalarını Sorbonne ve Collège de France'ta sürdürmesinin daha iyi olacağı düşünüldü. Bu deneyim Henry'nin matematiksel gelişimi açısından çok önemliydi.

Henry 1847 paskalyasında Oxford'a döndüğünde üniversitenin, kendisinin ilgisiz kaldığı dini bir tartışma içinde bulunduğunu gördü. İki yıl sonra, klasik ve matematik alanında en yüksek onur derecelerini elde ettiği parlak bir lisans öğrenciliğinin ardından Balliol'da hocalığa seçildi. Jowett'in yönetimi altında entelektüel seçkinlik açısından Oxford'un en üstün koleji Balliol, Smith'in matematik bölümünde hoca olmasıyla bu seçkinliğini daha da ileriye taşıdı. Smith klasik alanında da adından söz ettirebilecekken ve babasının izinden giderek hukuk okumayı da düşünmüş olmasına karşın matematikte uzmanlaşmayı tercih etmişti. Bu kararı almasında okumayı onun için sıkıntılı hale getiren gözlerindeki sorun da etkili olmuştu. Smith, Gauss'un usta anlatımlarına kapılarak matematikte sayılar kuramında uzmanlaşmayı tercih ederken bir yandan da eliptik fonksiyon kuramı ve daha az olmak üzere

---

* University of Oxford'daki kolejlerden biri. (ç.n.)

de geometriyle ilgileniyordu. Aynı zamanda çok değişik konular üzerinde çalışmalarını da sürdürüyordu. Örneğin kimya dersleri veriyordu. Daha sonra bir meslektaşı ondan şöyle bahsedecekti: "Hiçbir şey bilmediğini söylediği mesleki bir konuda onun yanına gidip herhangi bir kimseden öğrenebileceğimden çok daha fazlasını öğreniyorsam bildiğini söylediği konularda Henry Smith'in neler yapabileceğini düşünemiyorum."

1857'de annesinin ölmesi üzerine Smith'in kız kardeşi Eleanor ev işlerini çekip çevirmek için kardeşinin yanına geldi. Yaptıkları anlaşmaya göre Eleanor eğitim dönemleri boyunca Oxford'da olacak, yılın diğer zamanlarında ise ayrı yaşayacaklardı. Eleanor tüm enerjisini yardım ve eğitim işlerine yöneltmiş, sıra dışı yetenek ve sağduyuya sahip olağanüstü bir kadındı. Oxford'da ilk kez kadınlara yönelik bir dizi dersler açmış ve daha sonra da Somerville College'a dönüşecek "kadınlar birliğini" kuran komitede görev almıştı. Oxford'da bulunduğu zamanlar Eleanor ve kardeşi birlikte çok iyi vakit geçirirlerken tatillerde Henry genellikle İsveç, Norveç, İtalya, İspanya ve Yunanistan'da olurdu. Genellikle iyi sonuçlar elde edemese de madencilik şirketlerinin hisselerine yatırım yapmaktan vazgeçmezdi. İki kardeş yaşamlarını Henry'nin çeşitli görevlerinden eline geçen mütevazı gelirle devam ettiriyorlardı.

Savile Kürsüsü'nde zorunlu geometri profesörü Baden Powell'ın 1860'taki ölümüyle Smith'in başvurmak için can attığı bir görev boşalmış oldu. Seçici kurulun üniversiteden bağımsız bir şekilde haklarında karar alabildiği Savile profesörlükleri "Hıristiyan dünyadan" gelen tüm adaylara açıktı. Boole'un şansının daha fazla olduğunu düşünerek başvurmakta tereddüt etse de Smith, otuz dört yaşında bu göreve seçildi. Profesörlüğe geometri dersleri vererek başladı. Daha sonra kendi araştırma konularının gelişimine paralel olarak verdiği derslere daha analitik olanlarını da ekledi. Smith, ardılı Sylvester'ın aksine öğrencileri derslere çekme konusunda fevkalade başarılıydı. 1861'de Royal Society of London üyeliğine seçilmesinden sonra Cambridge ve Dublin üniversitelerinden onursal dereceler kazandı. Smith, London Mathematical Society'nin ilk başkanlarından biriydi.

Smith profesörlük görevlerinin yanı sıra Balliol'deki lisans öğrencilerine hocalık yapmayı da bir diğer Oxford koleji Corpus Christi'den 1873'te hocalık teklifi alana dek sürdürdü (o zamanlar Oxford hocaları otomatik olarak kolej personeli de sayılmıyorlardı). Bu yeni görevde Smith'in ders verme yükümlülüğü yoktu. Smith aynı zamanda hoş bir eve yerleşmesini sağlayan üniversite müzesi müdürlüğüne de getirilmişti. Ancak Smith çok güler yüzlü, nazik ve barışçıl biri olduğundan Oxford içinde ve dışında bir komisyona seçilmesi ya da benzer bir göreve getirilmesi neredeyse kaçınılmaz, üstüne çok fazla görev yüklendiği de bir o kadar kesindi. Politik açıdan liberal görüşlüydü. Hatta istemese de üniversitenin adayı olarak parlamento seçimlerine girmesi konusunda ikna edildi ama seçilemedi. Smith kamuya açık bir yerde son kez, parlamenter hakkı çiftlik çalışanları ve benzeri kişileri de kapsayacak biçimde genişletmeye yönelik öneri lehinde Oxford belediye binasında yaptığı konuşmada görülmüştü.

Smith kürsüden inerek doğruca evine gittiğinde aslında ölüme gidiyordu. Çok çalışmaktan dolayı sağlığı yavaş yavaş bozulmuş, tekrarlayan sıtmayla birlikte karaciğerindeki bir hastalık ve daha pek çok sağlık sorunu onu 9 Şubat 1883'te elli yedi yaşında ölüme sürüklemişti. Birleşik Krallık'ın her yerinden lisans öğrencileri, kıdemli akademisyenler ve seçkin kişilerden oluşan büyük bir kalabalık ona son kez saygılarını sunmak için cenazesine gelmişti. Onun Oxford'un gelmiş geçmiş en seçkin hocası olduğu, ölümünün bir üniversitenin yaşayabileceği en büyük kayıp olduğu belirtilmişti. Doğa bilimci Thomas Huxley, Smith'i şöyle anlatır: "Şimdiye dek tanıdığım en yetenekli kişilerden biriydi. Sahip olduğu büyük kudretin etkisi, davranışlarının aşırı kibarlığı ve yaptığı nüktelerle neşe dolu tarzı nedeniyle neredeyse tuhaf denebilecek bir şekilde abartılırdı. Mükemmelliğe yaklaşan keskin zekâsı ve garip biçimde çeşitlenmiş engin bilgisine herhangi bir amaca ulaşmayı ciddi biçimde umursama yeteneği de ekleseydi sanırım zamanımızın en büyük adamlarından biri olurdu." Smith hırstan yoksun biri olsa da güçlü bir kamusal sorumluluk anlayışına sahipti.

Smith, British Association for the Advancement of Science etkinliklerinde ön saflarda yer almıştı. Bu kurum, İngiliz biliminin altın çağını hazırlayacak heyecan verici yeni düşüncelerin gayretle tartışıldığı bir platformdu. Bu tartışmaların en hararetli yapıldığı yer Oxford'du ama yine de soyut matematik bu tartışma programının bir parçası değildi. Smith, kurumun 1873'teki Bradford toplantısının matematik ve fizik ayağına başkanlık yaptığında konuşma yapmaları için Hermite ve Klein'ı davet etmişti. Görünen o ki Smith kıtanın önemli matematikçileriyle sık sık karşılıklı ziyaretler yapıyordu. Smith'in iki ciltlik görkemli toplu matematik makaleleri bugün çok az okunmaktadır. İlginç biyografik bilgilerin de yer aldığı bu çalışmalardan Smith'in neden Avrupalı matematikçiler arasında ön sıralarda yer aldığı ki bu görüş yalnızca *alma mater*'inin kabulü değildir, hemen anlaşılamayabilir.

1858'de British Association for the Advancement of Science Smith'ten çeşitli bilim dallarındaki bir dizi rapordan biri olarak sayılar kuramının mevcut durumuna ilişkin bir rapor yazmasını istedi. Sonuçta Smith 1859-65 arasında sayılar kuramının farklı yönleri üzerine kendi bakış açısından kuramın ayrıntılı bir incelemesini veren altı adet mükemmel rapor yazdı. Smith çalışmasına Fermat, Legendre ve Gauss'un incelemelerinden başlayarak, Jacobi'nin eliptik fonksiyonlar üzerine çalışmaları, Kummer'in ideal sayılar kuramı ile Hermite ve Kronecker'in elde ettikleri son sonuçları tartışarak devam etti. Çok daha sonra Hilbert ve Minkowski'den bu incelemenin güncellenmiş Almanca versiyonu, *Zahlbericht*'i hazırlamaları istenecekti. Minkowski çalışmadan ayrıldığından sayı kuramcılarının kutsal kitabı, Smith'in raporlarından çokça yararlanan Hilbert'ın hanesine yazılacaktı.

Smith 1854'te sayılar kuramına ilişkin bir makale yayımlamıştı bile. Bu çalışma belki de Gauss'un *Disquisitiones* adlı eserine bir saygı göstergesi olarak Latinceydi. Bilim çevrelerinin yüzyıllardır ortak dili Latince belki de son kez bu doğrultuda kullanılmıştı. Artık yalnızca resmi toplantılarda kullanılmaya başlanan Latincenin yerini uzun bir süre boyunca Fransızca ve kısmen de Almanca alacaktı. Smith sayılar kuramı raporlarını hazırlarken başka ince-

lemelere de sürüklendi. Elde ettiği sonuçların bazılarına raporlarda yer verirken bazılarınıysa ayrı ayrı yayımladı. Smith örneğin bir sayının başka sayıların kareleri toplamı cinsinden gösterilmesi problemiyle ilgilenmişti. Herhangi bir tam sayının böyle kaç şekilde gösterilebileceğine ilişkin Waring problemiyle özellikle ilgilenmişti. Bu problemi cebirsel yöntemler kullanan Gauss ve daha yakın zamanlarda problemin çözümü için eliptik fonksiyonlara başvuran Jacobi başta olmak üzere başka matematikçiler de ele almıştı. Smith, Gauss'un yöntemine dönerek elde ettiği yeni sonuçları 1867'de *Proceedings of the Royal Society*'de yayımladı.

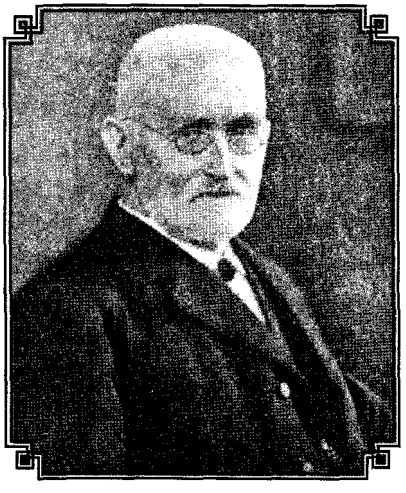
Hikâye burada son bulmuyor. Yaşamının son yılı 1881'de at binerken geçirdiği kazanın nekahet döneminde Smith, *Comptes Rendus*'un* eski bir sayısında Académie Royale des Sciences'ın bu soruya yönelik ödüllü yarışmasının ilanını görür. Yarışma sorusu tam olarak bir tam sayının beş sayının karelerinin toplamı şeklinde kaç farklı biçimde yazılabileceğinin formülünü sormaktadır. Çok geçmeden Gauss'un koruyuculuğundaki Eisenstein nasıl elde ettiği konusunda fazla bir şey söylemeden bir çözüm önerir. Smith bu problemle on beş yıl önce yayımladığı makalede ilgilenmiş olduğundan konuyla ilgili Hermite'e yazar. Mahcup bir şekilde yapılan görüşmelerin ardından Smith'in makalesini istenen biçimde yeniden yazmasına karar verilir. Böylece Hermite adaleti sağlamış olacaktır. Yarışmaya iki katılım daha olmuştur. Bunlardan biri problemi çözemezken diğeri, Smith'le benzer yöntemler kullanarak sonuca ulaşmıştır. Çözümün sahibi o zamanlar Universität Königsberg öğrencisi, henüz on sekiz yaşındaki Hermann Minkowski'dir. Minkowski önceki çalışmadan tamamen habersiz olarak herhangi sayıda değişken için integral kuadratik formlar kuramını yeniden oluşturmuştu. Minkowski formun cinsine ilişkin daha genel bir tanım vermiş olduğundan rakibine göre daha iyi bir formülasyon sunmuştu. Minkowski'nin intihalle suçlanması büyük bir hoşnutsuzluk doğurur. En sonunda büyük ödülün Minkowski ile Smith arasında paylaştırılmasına karar verilse de Smith artık hayatta değildir.

---

* Académie Royale des Sciences'ın 1835'ten beri çıkardığı bilimsel dergi. (ç.n.)

Smith'in analitik çalışmaları üzerine de bir şeyler söylemek gerekir. Smith 1875'te "Süreksiz Fonksiyonların İntegrallerinin Alınması Üzerine" adında önemli bir makale yayımladı. Smith, bugün Cantor kümesi adı verilen kavramı bu çalışmasında ortaya koymuştu. Bu küme, Cantor'un sekiz yıl sonraki çalışmasına dek hiçbir yerde yer almazken Cantor daha sonra herhangi bir özgünlük iddiasında da bulunmaz. Ayrıca Smith'in, her ne kadar Borel ve Lebesgue farkında olmasalar da integral kuramı ile ölçü kavramı arasındaki ilişkiyi ilk gören matematikçi olduğu söylenebilir. Geometrik incelemeleri Smith'in 1868'de Preussischen Akademie der Wissenschaften'in verdiği Steiner Ödülü'nün ortaklarından biri olmasını sağladı. Smith kırk yaşından sonra büyük ölçüde araştırma yapmayı bırakınca sonraki yıllarda yaptığı yayınlarda erken dönem düşüncelerinden yararlanmıştı. Koşullar uygun olsaydı matematiğe daha ne kadar katkıda bulunabilirdi kim bilir.

Smith zamanın en iyi konuşmacılarından biri olarak görülür, çok iyi ders anlatırdı. Eski bir probleme verilen yeni bir çözümü açıkladığı bir sırada şu unutulmaz ifadeyi kullanmıştı: "Baylar, bu yöntemin güzelliği ve bilimsel akla çekici gelen tarafı hiçbir koşulda küçük yararlar elde etmek için kullanılacak bir yöntem olmamasıdır."



Richard Dedekind (1831-1916)

Richard Dedekind, Henry Smith gibi Gauss'un son dönem takipçilerinden biri olarak kabul edilebilse de aslında onun doğrudan etkilendiği kişi Dirichlet'tir. Meslek yaşantısının erken bir döneminde memleketi Brunswick'e dönen Dedekind yaşamının sonuna dek burada kız kardeşiyle kalırken modern cebirin temellerini de sessiz sedasız atmıştı. Ölümünden sonra Dedekind için şöyle söylenmişti: "Richard Dedekind yalnızca büyük bir matematikçi değil aynı zamanda şimdi ve geçmişte matematik tarihindeki en büyük isimlerden biri, büyük dönemin son kahramanı ve çalışmalarından yalnızca bizim değil, öğretmenlerimizin ve hatta öğretmenlerimizin öğretmenlerinin yararlandığı Gauss'un son öğrencisiydi."

Tam adıyla Julius Wilhelm Richard Dedekind, 5 Ekim 1831'de Gauss'un da doğum yeri olan Brunswick'te dünyaya geldi. Ailesi, özellikle de anne tarafı Almanya'nın o bölgesinde tanınmış kişilerdi. Doktor ve eczacı çocuğu olan babası Julius Levin Ulrich Dedekind, Gauss'un da gitmiş olduğu bir üniversite öncesi kurum olan Collegium Carolinum'da görevli bir hukukçu, profesör ve kurum avukatıydı. Dedekind'in annesi Caroline Henriette (kızlık soyadı Emperius) Collegium Carolinum'da görevli bir profesörün kızı ve bir imparatorluk postane müdürünün de torunuydu. Richard, dört kardeşten en küçüğüydü. Tek ağabeyi Adolf, Brunswick'te bölge mahkemesi başkanı olurken kız kardeşi Mathilde ise 1860'ta yaşamını yitirdi. Dedekind yaşamının sonraki bölümlerinde, roman yazarı olan diğer kız kardeşi Julie'yle birlikte yaşayacaktı.

Genç Dedekind yedi ve on altı yaşları arasında Brunswick'teki *gymnasium*'a gitti. Okulda ilk başlarda ilgisi matematikten ziyade kimya ve fiziğe yönelmişti. Ancak kısa bir süre sonra doğal bilimlerin düzgün bir mantıksal yapıdan yoksun olduğunu düşünerek matematik üzerine yoğunlaşmaya karar verdi. 1848'de Collegium Carolinum'a girerek burada analitik geometri, cebir, mekanik ve analiz öğrenmeye başladı. Sonuçta 1850'de Georg-August'a girdiğinde Dedekind doğrudan okuldan gelen öğrencilere göre çok daha donanımlı durumdaydı. *Gymnasium* öğretmenleri için eğitime yönelik bir matematik semineri düzenlenmişti. Dedekind, bir yıl sonra Riemann'ın da katılacağı bu seminerde yerini almıştı. Kuramsal bilimle ilgileniyor ve Riemann'ın aksine deneysel çalışmayı pek de umursamıyordu. Yine de çok sayıda ortak ilgi alanına sahip bu ikili dostluklarını uzun yıllar boyunca sürdürecekti.

Dedekind 1850-51'in kış öğretim döneminde Gauss'un en küçük kareler yöntemi üzerine verdiği derse katıldı. İkinci bölümde Gauss'un yaşam öyküsünde bir yönüyle verdiğimiz bu ilişkinin, Dedekind'in ağzından kimi ilginç ayrıntılara sahip daha geniş bir değerlendirmesine (bir miktar kısaltılmış olarak) bir göz atalım:

> Bir Brunswick'li olarak Gauss'un adını çok küçükken duymuş ve ardında yatanın ne olduğunu bilmediğim büyüklüğüne gönülden inanmıştım. Onun

sanal ya da o zamanlardaki adıyla olanaksız niceliklere ilişkin geometrik gösterimini ilk kez duyduğumda daha da derinden etkilendim. Henüz Collegium Carolinum'da öğrenci olduğum o dönemlerde yüksek matematiğe fazla girmemiştim. Kısa bir süre sonra 1849'da doktorasının ellinci yılını kutlayan Gauss'a bizim fakültemiz de bir kutlama mesajı gönderdi. 1850 paskalyasında Göttingen'e gittiğimde Stern'in sayılar kuramı üzerine verdiği kısa ama ilginç dersten sonra konuyu kavrayışım daha da arttı. Ara sıra karşılaştığım Gauss'un görkemli ve heybetli görüntüsü bana mutluluk verirdi. Gauss'u gazete okumak için sürekli gittiği Edebiyat Müzesi'ndeki her zamanki yerinde sık sık yakından da görürdüm.

Anlaşılan Gauss okumak istediği gazeteyi elinde tutan kişilere hayli sert bakıyordu. Öğrenciler ona "gazete kaplanı" adını takmıştı. Dedekind'in anılarıyla devam edelim:

Bir sonraki kış döneminin başında Gauss'un en küçük kareler yöntemi üzerine verdiği dersi alacak kadar olgun olduğum düşüncesiyle, elimde dersin kayıt listesi en ufak bir kalp çarpıntısı hissetmeden oturma odasına girdim. Masasının başında oturuyordu. Kararımdan pek de memnun olmuşa benzemiyordu. Derslerle ilgili karar vermekten hoşlanmadığını söyledi. Kayıt listesine adını yazdıktan sonra kısa bir sessizlik oldu. Daha sonra şöyle dedi: "Belki biliyorsundur, benim derslerimin açılıp açılmayacağı her zaman belirsizdir. Nerede kalıyorsun? Berber Vogel'in yerinde mi? İşte bu iyi. Vogel benim de berberimdir. Gelişmeleri ondan öğrenirsin." Birkaç gün sonra bütün şehrin tanıdığı Vogel, görevinin vermiş olduğu itibarla odama girerek bana birkaç öğrencinin daha derse adını yazdırdığını ve Geheimrat Gauss'un dersi vereceğini iletti.

Derste toplam dokuz öğrenciydik. Gözlemevine giden yol kışın kimi zamanlar elverişsiz olsa da hepimiz düzenli olarak derse katılıyorduk. İçimizden birinin derse katılmadığı çok ender oluyordu. Gauss'un ofisinden bir bekleme salonuyla ayrılan toplantı salonu hayli küçüktü. Üç kişinin rahatça oturabileceği genişlikte uzun kenarlara sahip bir masanın çevresine otururduk. Gauss, kapının karşısındaki uzak kenarda masadan biraz açıkta otururdu. Herkes geldiğinde en son gelen iki kişi Gauss'un epeyce yakınına giderek oturmak, defterlerini de kucaklarına koymak zorunda kalırlardı. Gauss hafif, siyah bir kep, uzun kahverengi bir ceket ve gri bir pantolon giyerdi. Genellikle gözleri

aşağı bakar, hafifçe kambur ve elleri bacaklarının biraz üzerinde kenetlenmiş bir şekilde rahat bir tavırla otururdu.

Gauss notlarına bakmadan rahat, açık, basit ve sade bir şekilde konuşurdu ama yeni bir noktaya dikkat çekmek istediğinde ki bu durum için oldukça tipik bir sözcük kullanırdı, başını hızla kaldırır, yanında oturanlardan birine güzel, delip geçen mavi gözleriyle bakardı. Unutulmaz anlardı. İlkeleri açıklamaktan matematiksel formülleri oluşturmaya geçtiyse ayağa kalkarak görkemli ve dik duruşuyla hemen yanı başında duran tahtaya kendine has güzel yazısıyla bir şeyler yazardı. Tahtayı hep çok iyi kullanır, ufacık alanlara pek çok şey sığdırırdı. Titiz bir şekilde tamamlanmasına büyük önem verdiği sayısal örnekler için gerekli olan veriyi küçük kâğıt parçalarına yazarak sınıfa getirirdi.

Gauss 24 Ocak 1851'deki dersinin ilk kısmını en küçük kareler yönteminin mantığını anlatarak tamamladı. Bunu, yöntemin oluşturulmasının burada ayrıntılarına girmeyeceğim ikinci ve üçüncü yollarına bir giriş olarak, olasılık analizinin orijinal örneklerle gösterilmiş temel kavramları ve belli başlı ilkelerinin son derece açık bir şekilde geliştirilmesi takip etti. Tek söyleyebileceğim belirli integraller kuramına ilişkin birkaç örneğin de ele alındığı bu seçkin dersleri giderek daha büyük bir ilgiyle takip ediyor oluşumuzdur. Bize öyle geliyordu ki dersi vermek konusunda pek istekli görünmese de Gauss, bunları öğretiyor olmaktan keyif alıyordu. Böylece 13 Mart'ta dersin sonuna geldik. Ayağa kalktı ve onu takiben ayağa kalkan bizlere dersin sona erdiğini şu dostça kapanış konuşmasıyla bildirdi: "Belki de hayli sıkıcı denebilecek derslerime gösterdiğiniz büyük devamlılık ve dikkat için bana sizlere teşekkür etmekten başka bir şey kalmıyor." O anın üzerinden yarım yüzyıl geçti ama güya sıkıcı olan bu dersler hayatımda aldığım en iyi dersler olarak hafızamdan hiç çıkmadı.

Dedekind bir sonraki öğretim döneminde Gauss'un bu kez ileri jeodezi üzerine yine ders verdiğini öğrendi. Dedekind yalnızca dört dönemin ardından 1852'de, Gauss'la çalışan son öğrenci olarak Euler integralleri üzerine verdiği tezle doktorasını tamamladı. Gauss, Dedekind'in çok fazla şey bildiğine ve bağımsız biri olduğuna tanıklık ederken "gelecekte yapacaklarına ilişkin güçlü beklentilere" sahip olduğunu da eklemişti.

Bununla birlikte Dedekind henüz Georg-August'ta doktora sonrası çalışma için kabul alacak kadar çalışma yapmamıştı. Bu neden-

le Dedekind sonraki iki yıl boyunca eksikliklerini gidermek için çalışarak Riemann'dan yalnızca bir iki hafta sonra *privatdozent* oldu. Dirichlet'in 1855'te Göttingen'e gelmesinin ardından Dedekind, Dirichlet'in sayılar kuramı, potansiyel kuramı, belirli integraller ve kısmi diferansiyel denklemler derslerine girdi. Çok geçmeden Dirichlet'le samimi bir ilişkiye giren Dedekind onun sosyal çevresinde de yerini almıştı.

Dedekind 1855 ile 1857 arasındaki kış öğretim dönemlerinde Riemann'ın Abel fonksiyonları ve eliptik fonksiyonlar üzerine derslerine katıldı. Öğretmen olmasına karşın hâlâ bir öğrenci gibi yoğun bir şekilde derslere girmeye devam ediyordu. Bu arada kendi verdiği dersler de üniversitede Galois kuramını muhtemelen ilk anlatan kişi olması nedeniyle kayda değerdi. Dedekind dersinde cebirsel anlamda cisim kavramını ele alıyordu. Az sayıda öğrencinin takip ettiği bu dersin, Dedekind'in Galois'dan bir adım ileriye geçerek, permütasyon grupları yerine Jordan'a ilham kaynağı olan soyut grupları koyduğu saatinde yalnızca iki öğrenci vardı.

1858 yılında Dedekind, daha sonra Eidgenössische Technische Hochschule ya da kısaca ETH olarak bilinen okula dönüşecek olan Zürich'teki *Polytechnikum*'da profesörlüğe getirildi. Böylece Dedekind, Almanya'daki bir üniversiteden görev alana dek Zürich'i ilk basamak olarak kullanan Alman matematikçiler kervanının da ilk temsilcisi oluyordu. Eylül 1859'da Dedekind, Preussischen Akademie der Wissenschaften'in muhabir üyeliğine yeni seçilmiş Riemann'ın yanına Berlin'e gitti. Bu ziyareti sırasında Dedekind, Weierstrass ve Berlin okulunun diğer önde gelen matematikçileriyle tanışma fırsatı buldu. 1862'de Dedekind, Brunswick'teki eski *Collegium*'un içinden çıkan *Polytechnikum*'da kürsü sahibi oldu. Dedekind, daha itibarlı bir kuruma geçmesi yönünde gelen tüm teklifleri göz ardı ederek bütün yaşamı boyunca burada kaldı. Ağabeyi ve ablasıyla yakın ilişki içinde yaşadığı küçük ve tanıdık dünya Dedekind'in tüm gereksinimlerine karşılık veriyordu. Sahip olduğu konum, bilimsel araştırmalarını yapabileceği tüm boş zamanı ve özgürlüğü sağlıyordu.

Dedekind 1872'de üç yıllığına *Polytechnikum*'un başkanlığına getirildiğinde okulun teknik üniversiteye dönüştürülme sürecinde yer aldı. Tirol, İsviçre ve Karaorman'da geçirdiği tatiller dışında çok az seyahat etti. Dedekind'in müziğe karşı büyük bir yeteneği vardı. Usta bir piyanist ve viyolonselist olan Dedekind ağabeyi Adolf'un yazdığı bir libretto için oda operası bestelemişti. Dedekind 1 Nisan 1894'te resmi olarak emekliye ayrılmasının ardından ara sıra ders verse de sakin bir yaşantı sürdürdü. Bir keresinde öldüğünün yanlışlıkla duyurulması üzerine Dedekind bu hatadan sorumlu olan kişiye yazma gereği hissetmişti: "Haberinizin şu şu sayfasındaki tarihin, en azından yıl olarak yanlış olduğunu söylemek isterim. O günü hayli sağlıklı bir şekilde dostum Georg Cantor'la son derece ufuk açıcı bir konuşma yaparak geçirdim." Gerçekten de 1872'de babasının ölümü sonrasında yaşadığı ağır bir hastalık dışında Richard Dedekind, 12 Şubat 1916'da seksen dört yaşında huzur içinde yaşamını yitirene dek hayli sağlıklı yaşamıştı. Dedekind'in Brunswick'e döndüğünden beri beraber yaşadığı ablası Julie ise ondan iki yıl önce yaşamını yitirmişti.

Cantor'un Cauchy serilerini kullandığı yöntemine alternatif olarak Dedekind'in gerçel sayıları oluşturmak için dizili rasyonel sayı kümelerinden "kesitler" aldığı yöntem, adının günümüz öğrencileri tarafından tanınmasını sağlamıştır. Aynı düşünce Hamilton'ın ve belki başkalarının da aklına gelmiş olsa da yöntemi sistematik olarak ilk geliştiren Dedekind olmuştu. Dedekind kümelere ilişkin görüşlerini 1888 tarihli *Was sind und was sollen die Zahlen?* (Sayılar Nedir ve Ne Olmalıdır?) adlı kitabında daha da genişletti. Yine de Dedekind'in cebire yaptığı katkılar çok daha önemlidir. Dedekind, daha sonra Emmy Noether'in modern cebir kavramlarını kullanarak genişleteceği cebirsel tam sayılar kuramını geliştirdi. Noether, Dedekind'in yaptıkları karşısındaki hayranlığını dile getirirken konuya ilişkin verdiği derslerde sık sık şöyle derdi: "Bunu zaten Dedekind'de bulabilirsiniz." Dirichlet'in ölümünün ardından Dedekind 1871'de dostu ve yol göstericisinin *Vorlesungen über Zahlentheorie* (Sayılar Kuramı Üzerine Dersler) adlı kitabını kendi incelemeleriyle ilgili ufak birkaç eklemeyle birlikte yayımladı. İde-

al sayılar kuramının oluşturulmasındaki en önemli kaynaklardan biri olarak kabul edilen bu ekler cebirsel sayılar kuramının da temelinde yer almaktadır. Dedekind on yıl sonra öğrencisi Heinrich Weber'in de yardımını alarak Crelle'in *Journal*'ına "Theorie der algebraischen Funktionen einer Veränderlichen" (Tek Değişkenli Cebirsel Fonksiyonlar Kuramı) başlıklı makalesini yazdı.

1862'den itibaren Akademie Göttingen, 1888'den itibaren Preussischen Akademie der Wissenschaften ve 1910'dan itibaren Académie Royale des Sciences muhabir üyelikleri Dedekind'in seçkinliğinin henüz yaşarken teslim edildiğinin göstergeleriydi. Dedekind'e özellikle doktorasının ellinci yılı kutlamalarında çok sayıda bilimsel paye verildi. Dedekind, kişilik ve yaşam tarzı açısından Gauss'a çok benziyordu. Gauss'un çok daha geniş bir yelpazede olmakla birlikte her ikisinin de matematik üslupları hayli benzerdi. Dedekind'in bilimsel çalışmaları, pek çok zevk ve tavrı paylaştığı Dirichlet ve Riemann'dan da etkilenmişti. Bu üçlü kendi önemlerinin farkında olsalar da utangaçlığın sınırlarındaki bir mütevazılıkla bunu hiçbir zaman meslektaşlarına hissettirmemişlerdi. Hırstan uzak olan Dedekind, Dirichlet ve Riemann zekâlarının parlaklığı ve zarafetiyle karşılaştıklarında mahcup olmuşlardır. Dedekind, Gauss'un da görüşlerini yansıttığı sözlerinde şöyle diyordu: "Şimdiye dek ne yaptıysam ve ne olduysam tüm bunları sıra dışı bir yetenekten ziyade çalışkanlığıma ve bunun da ötesinde yorulmak bilmez çalışmama borçluyum."

Sophus Lie (1842-1899)

Modern matematiği Lie grubu olmaksızın düşünmek epeyce güçtür. Bu kavram şaşırtıcı bir biçimde hayli erken bir zamanda, grup kavramının doğmasından hemen sonra ortaya çıkmıştır. İşin daha da ilginç yanı bu kavramı öne süren Fransız ya da Alman bir matematikçi değil Sophus Lie adında Norveçli bir matematikçidir. Topolojinin henüz yeni doğmakta olduğu bu dönemde Lie'nin düşünceleri küresel olmaktan ziyade yereldi. Bu nedenle bu dönemde kullanılan Lie grubu terimi aslında Lie cebiri olarak düşünülmelidir. Bugün bizim Lie grupları olarak bildiğimiz kuram çıkışından yarım yüzyıl sonra Hermann Weyl tarafından mükemmelleştirilmiştir.

Johann Herman Lie Norveç'in batısındaki Nordfjordeid'in rahibiydi. Karısı, Trondheim'ın belli başlı ailelerinden birinden geliyordu. Geleceğin matematikçisi Marius Sophus 17 Aralık 1842'de dünyaya geldi. Yani Jordan'dan dört yaş küçüktü. Marius henüz çok küçükken aile Christiania (bugünkü Oslo) yakınlarındaki Moss kentine taşındı. Marius'un çocukluğu da burada geçti. Daha sonra Marius, 1859'da mezun olacağı Christiania'daki Nissen's Latin-og Realskole'ye gönderildi. Lie'nin okuldaki notları oldukça iyi olsa da matematik öğretmeni, öncü grup kuramcısı Ludvig Sylow daha sonra Lie'deki potansiyeli fark etmemiş olduğunu söyleyecekti. Zaten Lie de matematiğe giden yolu uzun ve zorlu bulduğunu söylemişti.

Sophus Lie, geniş bir yüze sahip, yüksek sesle gülen, uzun boylu ve güçlü biriydi. Sporda, özellikle de jimnastikte iyi olduğundan asker olmayı düşünmesi gayet doğaldı ama astigmatı yüzünden orduya alınmadı. O da 1859'da dil eğitimi almak üzere üniversiteye girdi ama Yunancadan kalınca bilim eğitiminde karar kıldı. Eski öğretmeni Sylow üniversitede o zamanlar pek fazla yerde okutulmayan bir konu olan grup kuramı üzerine ders vermeye başlamıştı. Lie, ilerideki araştırmaları açısından önemli bir yere sahip olacak bu derse katıldı. Christiania'da Lie'nin fiziksel üstünlüklerine ilişkin pek çok olay anlatılırdı. Lie bir hafta sonu Moss'taki ailesini ziyaret etmek için altmış kilometrelik yolu yürüyerek gitmiş, evde olmadıklarını görünce de aynı yolu yine yürüyerek geri dönmüştü.

Lie üniversiteden istediği başarıyı elde edemeden 1865'te mezun oldu. Sonraki birkaç yıl onun için pek kolay geçmedi. Farklı alanlarda yeteneklere sahip olduğundan ne yapacağı konusunda bir türlü karar veremiyordu. Bir süre okulda matematik öğretmenliği, ardından gözlemevinde asistanlık yapsa da her iki işi de onu tatmin etmemişti. 1868'de Poncelet ve Plücker'in modern geometri üzerine yaptıkları çalışmaları keşfetmesi hayatının dönüm noktası olmuştu. Lie en sonunda yeteneklerinin meyve vereceği bir alan bulduğunu hissediyordu. Plücker'in bir uzay elemanı olarak nokta

yerine doğru, eğri ya da yüzey gibi daha karmaşık yapılar koyma düşüncesinden özellikle büyük bir heyecan duymuştu. Bunun ardından gönül rahatlığıyla kendini matematiğe adayabileceğini düşündü.

Lie, kabul alana dek Det Norske Videnskaps-Akademi'yle bazı sorunlar yaşadığı ilk makalesini 1869'da yayımladı. Makalede kompleks düzlemin yeni bir gösterimi sunuluyordu. Bu makale sayesinde kazandığı bursla yurtdışına giderek çalışmalarını burada sürdürebilirdi. O zamanlar gidilebilecek yerlerin başında Paris ve birkaç Alman üniversitesi vardı. Lie ilkin Berlin'e giderek 1869-70 kışını burada geçirdi. Berlin'de bir diğer yetenekli genç matematikçi Felix Klein'la tanışma fırsatını yakaladı. İki matematikçinin kişilikleri ve olaylara bakış açıları hayli farklı olsa da Lie ve Klein yakın arkadaş oldular. Bu ikili sonraki yıllarda da birbirlerini çok etkileyeceklerdi. Plücker'in doğru kompleksleri kuramından çok etkilenen bu iki genç adam, Hamilton'ın ışın kuramı ve eşleşimlerin diferansiyel geometrisine ilişkin konular üzerine Kummer'in verdiği seminerde etkin bir şekilde yer aldı.

Lie Berlin'den ayrılınca Göttingen üzerinden Paris'e geçti. Klein da bir süre sonra Paris'te Lie'ye katıldı. Fransız matematikçileri arasında asıl iletişimde oldukları diferansiyel matematikçi Gaston Darboux'ydu. Jordan'ın *Traité des substitutions et les équations algébriques* (Ornatmalar ve Cebirsel Denklemler Üzerine Araştırma) adlı büyük eseri henüz yayımlanmıştı. Lie, daha sonra en önemli araştırma alanlarından biri olacak dönüşüm grupları üzerine çalışmaya Paris'te bulunduğu bu dönemde başlamıştı.

Fransa-Prusya Savaşı'nın patlak vermesiyle Klein, ülkesine dönmek zorunda kaldı. Lie'nin de Paris'ten ayrılması gerekiyordu. Lie bu yolculuğu yürüyerek yapmaya karar verdi. Daha Fontainebleau'ya* ancak varmıştı ki Prusya casusu olduğu gerekçesiyle tutuklandı. Matematikle ilgili aldığı notların şifreli askeri sırlar olduğu zannedildi. Klein'ın gönderdiği Almanca yazılmış mektup şüpheleri daha da artırdı. Darboux'ya kulak verelim:

---

* Paris'in 55 km kadar güneybatısındaki yerleşim merkezi. (ç.n.)

> Kafasında mayalanmakta olan düşüncelerin rahatsızlığıyla her gün ormanda yürüyüşe çıkar, herkesin geçtiği yollardan uzakta bir yerde durur, not alır ve kurşunkalemiyle şekiller çizerdi. O zaman için bu yaptıkları, şüphe uyandırmak için yeter de artardı bile. Fontainebleau'da tutuklanıp hapse atıldıktan sonra Mösyö Charles, Mösyö Bertrand ve birkaç kişiyle daha temasa geçti. Fontainebleau'ya kadar giderek ele geçirdiği tüm notların kompleksler, ortogonal sistemler ve matematikçi adlarına ilişkin olduğu ve hiçbir şekilde ülke savunmasıyla ilgili olmadıkları konusunda imparatorluk savcısını ikna ettim.

Darboux'nun aracılığı sayesinde Lie bir ay sonra serbest bırakıldı. Prusya'nın Paris'e uyguladığı ablukanın hemen öncesinde kurtulan Lie, başına başka bir dert açmadan İsviçre ve Almanya üzerinden Norveç'e döndü.

Lie hemen sonra Universitetet i Christiania'da göreve getirildi. Böylece "Bir Geometrik Dönüşüm Sınıfı Üzerine" başlıklı tezini tamamlayabilecekti. Lie doktora derecesini 1871'de aldı. Tezi ertesi yıl uzun bir makale formatında *Annales*'te yayımlandı. Lie, İsveç'teki Lunds Universitet'e profesörlük için başvurarak burada kısa bir süre için dersler verdi ama onu Christiania'da tutmak isteyen bazı arkadaşları Norveç hükümetine başvurarak 1872'de kendi okulunda doçentlik almasını sağladı. Lie tam bu sıralarda Tvedestrand'lı Anna Birch'le nişanlanmıştı. İki yıl sonra evlenen çiftin ikisi erkek biri kız toplam üç çocukları oldu. Mutlu bir evliliği olan Lie kendini ailesine adamıştı. Onların desteği Lie'nin kendini iyi hissetmesi bakımından son derece önemliydi.

Lie, bilimsel araştırmalar açısından en üretken dönemine giriyordu. Geometriyle başladığı çalışmalarında şimdi diferansiyel denklemler kuramına dönmüştü. Dönüşüm grupları ile genel simetriler arasında bazı ilişkiler görmeye başlamıştı. O ana dek Lie araştırmalarını sürekli gruplar üzerine yoğunlaştırmışken Klein ayrık gruplar üzerinde çalışıyordu. İki genç adam sürekli yazışıyorlardı. Daha sonra Klein ikisinin arasındaki farklılığı şöyle anlatacaktı: "Lie tamamıyla üretken bir araştırmacıydı. Kendi düşüncelerinin peşinden gider ve başkasından bir şeyi ancak dolaysız olarak işi-

ne yaradığında kullanırdı. Bense daha Bonn'dayken oluşturduğum bir düşüncenin peşinden sadakatle gidiyorum. Bilimde bir şeyler gerçekleştirebilmek için çeşitli bakış noktalarını anlamaya ve karşılaştırmaya çalışıyorum. Hatta ben o zamanlar ve sonrasında uzunca bir dönem fizikle ilgilendim. Yani hiçbir şekilde Lie gibi sırf matematiksel değilim."

Kendi ülkesindeki mesleki yalıtılmışlığına rağmen 1870'ler Lie'nin yaşamındaki en yoğun ve yaratıcı yıllardı. Yine de Lie görüşlerinin ülke dışında daha fazla ilgi çekmemesinden dolayı son derece üzgündü. Alman bir meslektaşıyla yaptığı yazışmada şöyle demişti: "Dönüşüm grupları ve uygulamalarıyla ilgilenen matematikçilerin ilgilerini diferansiyel denklemelere bir çekebilsem eminim, hatta kesinlikle eminim ki bu kuramlar gelecekte temel olarak kabul edilecekler. Şimdi, yapabileceğim şeyin on katı bir izlenim yaratmak istiyorum." Bu hayal kırıklığı Lie'nin yeniden diferansiyel geometriye dönmesine neden oldu. 1882'nin sonbaharında Paris'e tekrar gittiğinde Fransız matematikçileri etkilemiş gibiydi. Klein'a şöyle yazmıştı: "Akademide hepsi de çok lütufkâr olan Halphen, Darboux, Poincaré, Lévy ve Stephanos'la buluştum. Ne olursa olsun geometrik çalışmalarım Paris'te Almanya'da olduğundan daha fazla biliniyor. Dönüşüm gruplarıyla ilgilenecek birilerini de bulmayı ümit ediyorum." Klein'ın Erlangen Programı'ndan haberdar olmayan Poincaré Lie'ye "Matematik, gruplara ilişkin bir öyküden başka bir şey değil," demişti. Lie yeniden Klein'a yazdı: "Darboux benim çalışmamı baştan sona detaylı bir şekilde inceledi. Bu bir yere kadar iyi çünkü Sorbonne'da benim kuramlarıma ilişkin daha çok ders vermeye başladı. Örneğin, doğru ve küme geometrisi, temas dönüşümleri ve birinci dereceden kısmi diferansiyel denklemler üzerine dersler. Sorun, çalışmamı sürekli talan etmesi. Gereksiz değişiklikler yapıp sonra da benim adımdan hiç bahsetmeden bunları yayımlıyor. Şimdi de sabit eğrilikli yüzeylere geçti."

Klein, Christiania'da etrafında düşüncelerini paylaşabileceği kimse olmamasından dolayı Lie'nin mesleki açıdan kendini nasıl yalnız hissettiğini anlayabiliyordu. Bu yüzden Klein, Friedrich Engel adlı öğrencisini Lie'yle birlikte çalışması için dokuz aylığına

Christiania'ya gönderdi. Engel, Lie'nin çoğu zaman sezgisel olan geometrik düşüncelerine daha kurala bağlı matematiksel biçimler vererek bu çalışmaların yayına hazır hale getirilebilmesini sağladı. Engel ve Lie'nin arasında gelişen sıcak dostluk yaşamları boyunca sürecekti.

İki yıl sonra Lie, Leipzig'den gelen profesörlük teklifini kabul etti. Bu görev Klein'ın Göttingen'e gitmesiyle boşalmıştı. Lie böylece görüşlerini yeni düşüncelere açık bir dinleyici kitlesinin önünde açıklayabileceği önemli bir matematik merkezinde çalışma fırsatını yakalamış oluyordu. Dönüşüm grupları kuramının diferansiyel denklemler kuramıyla ilişkili olduğundan artık kesinlikle emindi. Bu düşüncenin altında yatan grup kuramını ortaya koymak uzun soluklu bir projeydi. Nitekim, üç ciltlik *Dönüşüm Grupları Kuramı* ancak 1893'te tamamlanabildi. Lie eserin yalnızca önsözünü yazarken diğer her şey Engel ve Lie'nin öğrencisi Georg Scheffers tarafından kaleme alınmıştı.

Tam bu zamanlarda Lie'nin Paris'te kurduğu ilişkiler meyvesini vermeye başlamıştı. O zamanlar genç Fransız matematikçilerin Almanya'da eğitim görmesi alışıldık bir durum değildi. Lie, Ecole Normale Supérieure'ün en iyi öğrencilerinden bazılarını kendisine göndermiş olmasından büyük gurur duyuyordu. Lie'nin belki de teklifsiz öğretim şeklinden etkilenen birkaç Amerikalı öğrenci de onunla çalışmak üzere Leipzig'e gelmişti. Bu öğrencilerden biri o günleri şöyle hatırlıyor: "Lie hiç kravat takmazdı. Derslerine 'Baylar, geçen sefer neler yaptığımı hatırlayabilmem için bana notlarınızı gösterebilir misiniz?' diyerek başlardı. Bunun üzerine ön sıralardan biri atlayarak ona defterini gösterirken Lie de memnuniyetle başını sallayarak 'Şimdi hatırladım' derdi." Yine de Lie'yle ilgili hatırlanan her şey olumlu değildi. Örneğin Klein, bir yandan Weierstrass'ın diğer yandan da Sophus Lie'nin sürekli olarak birbirlerinden farklı bakış açılarını savunmaya çalıştıklarından şikâyet ederdi.

Lie, Leipzig'deki hayattan pek de memnun değildi. Öncelikle dil yüzünden bazı sıkıntılar yaşıyordu. Ders yükü Christiania'dakinden çok daha fazlaydı. İlk başlarda aralarında Friedrich Schur, Eduard Study ve Felix Hausdorff'un da bulunduğu çok iyi lisans

öğrencileri varken çalışmalarını tamamlayıp başka bir yerde göreve başladıklarından doğal olarak Leipzig'den ayrıldılar. Lie, zeki olmayan ve bağımlı öğrencilerle uğraşmaktan sıkılmıştı. Özellikle meslektaşlarının ona Klein'ın öğrencisiymiş gibi davranmalarından usanmıştı. Uykusuzluk çekmeye başladı ve 1889'un sonbaharında sinir krizi geçirdi. Hannover yakınlarında, kendisine verilen afyon tedavisini reddettiği bir psikiyatri kliniğine yattı. Kendini çekilmez bir hasta olarak değerlendiriyordu. Ertesi yıl yeniden ders vermeye başlasa da mektuplarından anlaşıldığına göre tamamen iyileşmesi iki yılı bulmuştu. Eski sağlığına yeniden kavuştuğunu yazarak "Uykuyla birlikte yaşamanın ve çalışmanın keyfi geri geldi," demişti.

Bilimsel becerileri yeniden yerine gelmiş gibi görünse de krizden sonra Lie'nin açık yürekli kişiliği bir hayli değişmişti. Giderek daha hassas, huysuz, kuşkucu ve insanları sevmeyen biri olup çıkmıştı. Gösterdiği depresyon ve paranoya belirtileri muhtemelen tanısı konulmamış ama yaşamına mal olacak pernisiyöz anemiden kaynaklanıyordu. Lie, meslektaşlarıyla sert polemiklere girmeye başlamıştı ve hatta sadık öğrencisi Engel'le araları bozulmuştu. 1892'de Klein ile Lie arasında büyük bir anlaşmazlık baş gösterdi. Klein yirmi yıllık Erlangen Programı'nı Lie'nin çalışmalarını da dahil ederek yeniden düzenlemek istiyordu. Ancak bunun nasıl yapılacağı konusunda iki dostun görüşleri hayli farklıydı. Üstüne üstlük daha önce aralarında yapmış oldukları anlaşmaya aykırı olarak Klein, Lie'nin 1877'ye dek gönderdiği mektupların tümünü yakmıştı. Lie 1893'te, artık Alman matematik çevrelerinde yüksek bir konuma ulaşmış Klein'a açıkça saldırıya geçerek Alman matematikçilerini sarsmıştı. Lie şöyle yazmıştı: "Ne ben Klein'ın öğrencisiyim ne de o benim. Gerçi ikinci olasılık gerçeğe daha yakın olsa da durum bu."

Lie Leipzig'e giderken Christiania'daki görevinden ayrılmamış, yalnızca izin almıştı. Altı ya da sekiz yılın ardından artık geri dönmeye hazırdı. Norveç'teki arkadaşlarına yazdı: "Norveç'e dönmeyi ne kadar arzuladığımı sözcüklerle ifade edemem. Spor yapamadığım ve doğanın manevi etkisinden mahrum kaldığım Leipzig'de si-

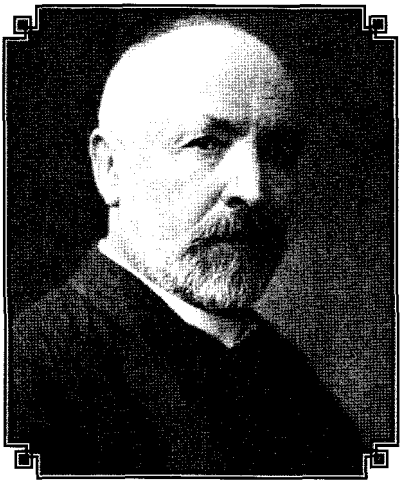
nirlerim çok bozuldu." Lie'nin nasıl bir ruh hali içinde olduğunun bilincindeki Norveç hükümeti Lie için Universitetet i Christiania'da dönüşüm grupları kuramı üzerine özel bir kürsü oluşturdu. Yüksek bir maaşın da bağlandığı bu göreviyle Lie herhangi bir maddi kayba da uğramayacaktı. Bu olaylar 1894'te gerçekleşmişti ama Lie Leipzig'den dört yıl daha ayrılmadı. 1898 güzünde ders vermeye başlasa da birkaç ay içinde dersi bırakmak zorunda kaldı. Artık o zamanlarda ölümle sonuçlanan pernisiyöz anemi hastası olduğu açıktı. Sağlığı hızla bozuldu. Sophus Lie 18 Şubat 1899'da elli yedi yaşında yaşamını yitirdi.

Yıllar sonra Klein'ın dul eşi Anna, Lie'nin bu son yıllarını şöyle naklediyordu:

> Kocamın Lie'yle ilişkisi hem matematik alanında hem de kişisel olarak yakın bir dostluktu. Lie, Leipzig'de bizim ziyaretimize geldiğinde de hâlâ öyleydiler. Sıcacık bakışlı, neşeli bir gülüşe sahip bu kuzey insanından ben de çok hoşlanırdım. O, bulunduğu ortamda sıradan ve ortalama bir insanın kendini göstermeye cüret edemeyeceği bir kahramandı. Sonra Leipzig'de kocamın ardılı oldu. Memleket hasreti çekmeye başladığı yer de burasıydı. Onu çok iyi anlayabiliyorum! Onun gibi özgür, kuzeydeki kaba ama güzel ülkesine alışkın biri bu büyük, dumanlı şehre, yüksek binalara, dar sokaklara ve çelimsiz Saksonyalılara nasıl dayanabilirdi? Melankolinin içine yuvarlanmış, sanatoryuma kaldırılmıştı ama onu çalışmalarından ve özgürlüğünden alıkoydukları için işler burada daha da kötüye gitti. Kocamın incitici ve anlaşılamaz bulduğu kötü niyetli şeyleri de burada içinde bulunduğu acılı ruh halinde yazmış olmalı. Çok geçmeden kocam en iyi dostunun hasta olduğunu ve yaptıklarından sorumlu tutulamayacağını fark etti. Lie'yle herhangi bir polemiğe girmeyerek sorunun küllenmesini beklemesi kocamın yüce gönüllülüğü ve iyiliğinin yanı sıra bilgeliğinden de kaynaklanıyordu. Dostu konusunda yanılmamıştı. Gezintiden döndüğümüz bir yaz akşamı kapının önünde soluk benizli, hasta bir adam oturuyordu. Bu sevindirici sürpriz karşısında "Lie" diye haykırıvermiştik. İki dost el sıkıştılar, birbirlerinin gözlerinin içine baktılar ve son karşılaşmalarından beri tüm yaşananlar unutulup gitmişti. Sevgili dostum Lie bizimle bir gün kaldı ve yine değişmişti. Onu ve trajik yazgısını duygulanmadan düşünemiyorum. Kısa bir süre sonra yaşama veda etti. Bu büyük matematikçi ölmeden Norveç'te bir kral gibi karşılandığını görmüştü.

VI

CANTOR’DAN HILBERT’E



Georg Cantor (1845-1918)

On dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısından itibaren matematiğin temellerine özellikle Almanya'da pek çok düşünceyle katkıda bulunuldu. Sonluötesi kümeler kuramının kurucusu Georg Cantor bu alandaki matematiksel düşünceyi devrime uğratmıştır. Bununla birlikte yaşamı boyunca hayli tartışmalı olarak görülen düşüncelerinin gerçek gücü yirminci yüzyılın ilerleyen yıllarına dek tam anlamıyla anlaşılamamıştır. Ölümünün ardından Hilbert "Cantor hiçbirimizin kovulmayacağı bir cennet yaratmıştır," demişti. Günümüzde pek çok matematikçi de bu görüştedir.

Aslen Kopenhag'lı olan Georg Woldemar Cantor borsa simsarlığı yaptığı Sen Petersburg'a gençlik yıllarında taşınmıştı. Karısı

Maria Anna (kızlık soyadı Bohm) müzisyen bir aileden geliyordu. Oğulları Georg Ferdinand Ludwig Philipp Cantor 3 Mart 1845'te dünyaya geldi. Georg, çiftin altı çocuğunun ilkiydi. Annesi Katolik olan Georg hayli dindar bir ortamda yetiştirildi. Georg'un babası ise Lutherci anlayışla büyütülmüş Yahudilikten dönme sadık bir Protestandı. Oğlunun kiliseye kabul ayininde duyarlı ve yetenekli biri olan babası, Georg'a hiç unutamayacağı bir mektup yazmıştı. Mektup yıllar sonra Cantor'un başına geleceklerin habercisi gibiydi:

> Hiç kimse içine düşeceği inanılmaz zor şartları ve mesleki ortamları, yaşamın çeşitli evrelerinde mücadele edeceği görünemeyen ve öngörülemeyen musibet ve zorlukları önceden bilemez. En ümit vaat edenler arasında bile yaşamda karşılarına çıkan ilk ciddi mücadelede yaşadıkları küçük ve zayıf bir direnç karşısında bile yenilgiye uğramış ne kadar çok insan vardır. Cesaretleri kırılır, bunun üzerine tamamıyla körelirler ve en iyi durumda bile harap olmuş bir dâhiden daha fazlası olamazlar. Ama her şeyin başı olan güçlü bir yürekleri yoktur! İşte, sevgili oğlum! İnan bana, içimizde yaşaması gereken senin en yakın, en doğru ve en deneyimli dostun olan bu yürek, içten gelen dinsel ruhtur.
>
> Ama tüm bu zorlukların yanı sıra kendi mesleğimizde ya da işimizde başarıya ulaşmak için kurduğumuz açgözlü düşlerimizdeki açık ya da gizli düşmanlarımızın kıskançlığı ve iftiralarından kaynaklanarak kaçınılmaz olarak karşımıza çıkabilecek sıkıntı ve zorluklardan kaçabilmek ve bunlarla başarılı bir şekilde başa çıkabilmek için kişinin her şeyden önce en temel teknik bilgi ve becerinin muhtelif çeşidine sahip olması ve bunları benimsemesi gerekir. Günümüzün gayretli ve hırslı adamı, düşmanları tarafından bir köşeye atılmak ve ikinci, üçüncü sıralara düşmek istemiyorsa bu mutlak bir zorunluluktur.

1856'da Cantor on bir yaşındayken aile Rusya'dan Almanya'ya taşındı. İlk olarak, Cantor'un on beş yaşına geldiğinde *gymnasium*'una gittiği Weisbaden'de yaşamaya başladılar. Her alanda başarılı olan Cantor özellikle matematik ve fen derslerinde çok iyiydi. Babası Cantor'un mühendis olması gerektiğini düşünüyordu. Bu düşünceyle Cantor yüksek eğitimine Zürich'teki *Polytechnikum*'da başladı. Cantor, mühendislik yerine matematik eğitimi almak üzere Universität Berlin'e geçmesi konusunda kısa

bir süre sonra yaşama veda edecek olan babasını ikna etmişti. Cantor, Universität Berlin'de istisnai olmasa da iyi bir öğrenciydi.

Cantor, "De aequationibus secundi gradus indeterminatis" (İkinci Dereceden Belirsiz Denklemler Üzerine) başlıklı tezini sunmadan önce Georg-August'ta bir öğretim dönemi geçirdi. Artık yirmi iki yaşına gelmiş olan Cantor yaşamının ilerleyen bölümlerinde çok daha ciddi bir hal alacak depresyon dönemlerine girmeye başlamıştı. 1867'de doktorasını almasının ardından kısa bir süre için öğretmenlik yaptı. Hemen sonrasında Leipzig yakınlarındaki Universität Halle'de *privatdozent*'liğe getirildi. Varlıklı babasının bıraktığı miras sayesinde doçent olana dek geçen beş ve daha sonra profesörlüğe yükseltilene dek geçen yedi yıl boyunca hiç maddi sıkıntı yaşamadı. Cantor, yüksek ücretler almasa da meslek yaşantısının sonuna dek Halle'de kalmıştı.

Genellikle neşeli, içten biri olan Cantor kendisini "sanata oldukça eğilimli" biri olarak tanımlamaktadır. Kimi zaman babasının kemancı olmasına izin vermemesinden dolayı üzüntü duyardı. 1874'te kız kardeşinin arkadaşı Vally Gutmann'la yaptığı evlilikten altı çocuğu oldu. Harz dağlarında geçirdikleri balaylarında, o andan itibaren Cantor'un dostu ve matematik sırdaşı olacak Dedekind'le karşılaştılar.

Berlin'de bulunduğu dönemde Cantor sayılar kuramıyla ilgilenmeye başlayınca Kronecker'in ilgisini çekmişti. Ancak, Halle'ye yerleşmesinin ardından trigonometrik serilere, özellikle de belirli bir fonksiyonun Fourier gösteriminin tekliği sorusuna yöneldi. Bu soru onu, rasyoneller gibi sayılabilir sonsuz kümelerle gerçel sayılar gibi sürekli kümeler arasındaki fark üzerine daha derin düşünmeye itti. Bu aşamada Cantor ile Dedekind'in görüşleri arasında pek çok ortak nokta vardı. Birincil hedef için her iki yöntem eşit derecede iyiyken Dedekind'in gerçel sayıları rasyonel kesitlerle, Cantor'un ise Cauchy-yakınsak rasyonel serileriyle oluşturduğu yaklaşımlar genelleme yapılabilmesi açısından birbirlerinden hayli farklıydı. Bolzano bu alanda ilgi çekici bir öncü olsa da kümeler kuramının kurucusu Cantor'du. Dedekind daha çok modern cebirin kurucusu olarak kabul edilebilir.

O zamanlar gerçel sayıların sayılabilir olup olmadıkları henüz bilinmiyordu. Cantor Aralık 1873'te Dedekind'e gerçel sayıların sayılabilir olmadıklarını gösterebileceğini yazmıştı. Aşina olduğumuz köşegen yöntemi ise daha sonra geldi. Bu önemli keşfi diğerleri izledi. Eski ve genel kabul görmüş fiziksel uzayın üç boyutlu olduğu kavramı genel anlamda üzerinde tartışılmayan bir konuydu. Dört ve daha yüksek boyutlu "hiperuzayların" anlamına yönelik metafizik sorular ortaya atılırken matematikçiler boyut kavramını sezgisel bir temelde kabul ediyordu. Cantor, bir karenin gönderiminin doğru parçası üzerine bire bir sürekli bir fonksiyon kullanılarak oluşturulmasının daha yüksek boyutlarda benzer sonuçları vermesi için yeterli olmayacağını gösterdi. Cantor da elde ettiği sonuç karşısında şaşırmıştı. Hayretini "Görüyorum ama inanmıyorum," şeklinde ifade etmişti. Sonuç, pek çok şeyin dayandığı bütün sezgisel boyut kavramını zayıflatmış gibi görünüyordu. Elbette ki önemli olan nokta yalnızca fonksiyonun kendisinin değil tersinin de sürekli olması gereken homeomorfi durumunda boyutun değişmez olmasıydı. Bu değişmezliğin tamamıyla anlaşılabilmesi neredeyse kırk yıl almıştı ama Cantor'un sonuçları, sezgisel kavramların bu alanda hayli yanıltıcı olabileceğini göstermişti.

Cantor, bugün sonluötesi kümeler kuramı olarak bildiğimiz konu üzerine 1879 ile 1884 arasında yaptığı bir dizi yayınla devrimci düşüncelerini geliştirmeye devam etti. Bu makalelerin *Grundlagen einer allgemeinen Mannigfaltigkeitslehre* (Kümeler Üstüne Genel Bir Kuramın Temelleri) başlığıyla ayrı bir kitapçık olarak yayımlanan beşincisi, Cantor'un araştırmalarında bir dönüm noktası olmuştur. Kısaca *Grundlagen* olarak bilinen eser şöyle başlar:

> Kümeler kuramında bugüne kadar yapmış olduğum incelemelerimin sunumu, tam sayı kavramının bugünkü sınırlarının ötesine genişletilmesi durumunda ilerleyebileceği bir noktaya varmıştır. Bildiğim kadarıyla bu genişlemeyi şimdiye dek kimse incelememiştir. Sayı kavramının genişletilmesine olan bağımlılığım öylesine büyüktür ki bu gerçekleşmeden benim kümeler kuramında ileriye doğru küçük bir adım dahi atmam mümkün değildir. Bu durum, incelemelerime neden yabancı düşünceler eklediğime ilişkin bir açık-

lama ya da gerekliyse bir özür sunabilir. Şöyle ki ben, tam sayı serilerinin sonsuzdan öteye genişlemesi, uzanımıyla ilgileniyorum. Bu, gözü pek bir çaba olarak görülse de bu genişletmenin zamanla hayli basit, uygun ve doğal görüneceğini umut değil iddia ediyorum. Bu girişimimle, genel kabul görmüş matematiksel sonsuzluk düşüncesi ve sayıların özüne ilişkin sıklıkla dile getirilen görüşlerin karşısında yer alacağımın son derece farkındayım.

Topolojik nitelikli kavramlar ilk kez *Grundlagen*'de görülmeye başlandı. Yoğun altküme tanımı, kapanış düşüncesi ve benzeri kavramlar Cantor'la ortaya çıkmıştı. Daha sonra Fréchet'in soyut uzaylar üzerine yazdığı 1908 tarihli raporunda ve daha da sonra Hausdorff'un 1914 tarihli *Grundzüge der Mengenlehre* (Kümeler Kuramının İlkeleri) adlı klasik eserinde bu kavramlar önemli bir yer tutmuştur.

Tam sayıların sonluötesi genişletilmesi, programın yalnızca ilk adımıydı. Ne var ki, kuramın mükemmelleştirilebilmesi için kendisinin de fark etmiş olduğu gibi Cantor'un sürem varsayımına ve en iyi çabalarını yenilgiye uğratan kavramın ispatına gereksinimi vardı. Bugünden bakıldığında Cantor'un mantıksal konumu daha iyi anlaşılabilir ama Cantor'un ilk ortaya atıldıklarında hayli tartışmalı olan görüşleriyle ilk kez karşılaşan matematik öğrencileri bugün hâlâ tedirgin olmaktadır. Hilbert, Cantor'un sonluötesi sayılar kuramının insan ruhunun gerçekleştirdiği en büyük başarılarından biri olduğunu belirtmektedir.

Cantor'un devrimci kuramları ilk kez su yüzüne çıktığında genellikle kuşku ve hatta kimi zaman husumetle karşılandı. Özellikle Kronecker, Cantor'un çalışmasının yayımlanmasını engellemeye, en azından geciktirmeye çalıştı. Cantor, matematik açısından çok daha ufuk açıcı bir ortam olan Berlin'e dönmek istiyordu ama Kronecker bu isteğin gerçekleşmesine de engel oldu. Klein ve Poincaré gibi bazı nüfuzlu matematikçiler de Cantor'a karşı soğuktu ama bazı istisnalar da yok değildi. Bunlardan biri, kurmuş olduğu *Acta Mathematica* adlı dergide Cantor'un kimsenin yayımlamaya yanaşmadığı yeni çalışmasını yayımlamak isteyen, bir sonraki yaşam öyküsünün kahramanı İsveçli matematikçi Mittag-Leffler'di.

Cantor'un ilk olarak Almanca yayımlanan belli başlı makalelerinin birkaçı Fransızcaya çevrilerek 1883'te *Acta Mathematica*'da yeniden yayımlandı. Mittag-Leffler'e göre çeviriyi yapanlar Hermite'in öğrencileriydi ve bunlardan biri de Poincaré'ydi. Cantor 1884'teki Paris ziyaretinde, içeriği olmadan biçimleri oldukları gerekçesiyle eleştirilen çalışmalarının önemli Fransız matematikçiler tarafından olumlu bir şekilde ele alındığını gördü.

Artık yayımladığı bazı matematik çalışmaları yüzünden bir tereddüt yaşamaya başlayan Mittag-Leffler, Cantor'un daha felsefi içerikli yazılarınıysa yayımlamak istemiyordu. 1885'te Cantor ordinal sayılara ilişkin yeni düşüncelerin yer aldığı iki kısa makaleyi *Acta*'da yayımlamak isteyince Mittag-Leffler kibarca bu isteği geri çevirir:

> Olumlu yeni sonuçlar açıklamadan yeni çalışmanızı yayımlamanın matematikçiler arasındaki saygınlığınıza büyük zarar vereceğini düşünüyorum. Temelde tüm bunların sizin için aynı olduğunu çok iyi biliyorum. Ama kuramınıza yönelik güven bir kez bile bu şekilde sarsılırsa matematik dünyasının dikkatini yeniden çekmek çok zaman alabilir. Ömrünüz boyunca size ve kuramınıza hak ettiğiniz insaf hiçbir zaman verilmeyebilir de. Yüz yıl sonra kuramınız bir başkası tarafından yeniden keşfedilirken en nihayetinde bu kuramın size ait olduğu anlaşılacaktır. En azından o zaman size insaflı davranacaklardır. Ama bu şekilde (makaleyi yayımlayarak) bilimsel araştırma yapan herkesin doğal olarak arzuladığı önemli etkiyi yaratamayacaksınız.

Yaşam öyküsüne bu bölümün ilerleyen kısımlarında yer verilen Kovalevskaya'nın Mittag-Leffler'e yazdığı eğlenceli bir mektup vardır. Kovalevskaya mektubunda Cantor'un, Leibniz felsefesi üzerine verdiği derste yaşananları anlatmıştır: "Başlangıçta 25 öğrencisi vardı. Ama yavaş yavaş sınıf mevcudu önce dörde, sonra üçe, sonra ikiye ve en sonunda da bire düştü. Cantor yine de direnerek derse devam etti. Heyhat! Bir gün Mohikanların sonuncusu sıkıntılı bir şekilde Cantor'un yanına gelerek yapması gereken çok fazla şey olduğundan profesörün dersini bundan böyle takip edemeyeceğini söyleyerek ona teşekkür etti. Bunun üzerine Cantor, karısını tarifsiz bir sevince boğan vakur sözünü verdi: Bir daha asla felsefe dersi vermeyecekti!"

Poincaré'nin de dahil olduğu pek çok kişi nokta-küme kuramından memnunken Cantor'un sonluötesi sayılarının genelliğine ilişkin çekincelere sahipti. *Grundlagen*'in yayımlanmasının ardından geçen on yıl boyunca kuramlarına yönelik genel husumetten bezginliğe kapılan Cantor matematikten uzaklaştı. Felsefe dergilerinde yayınlar yapmaya başladı. Cantor'un yazışmalarından o dönemde Gül-Haçlı Biraderleri* ve Özgür Masonlar gibi oluşumlar ile Bacon-Shakespeare tartışması gibi edebi konularla meşgul olduğu anlaşılıyor.

Cantor, *Beiträge zur Begründung der transfiniten Mengenlehre* (Sonluötesi Sayılar Kuramına Katkılar) adlı önemli çalışmasıyla tekrar matematiğe döndü. Bu çalışmanın basit sıralı kümeler üzerine olan ilk kısmı 1895'te yayımlanırken aynı zamanlarda yazılmış olduğu anlaşılan iyi sıralı kümelere ilişkin ikinci kısmı ise ancak iki yıl sonra yayımlanabildi. Bu çalışmalarda Cantor, daha sonra çok öne çıkacak Seçme Beliti gibi sorulara yer vermişti.

Özet niteliğindeki *Beiträge* ve hemen ardından Fransızca ve İtalyanca çevirilerinin yayımlanmasıyla geniş kesimlerce öğrenilen Cantor'un düşünceleri tüm dünyadaki matematikçiler arasında yayıldı. Sonluötesi kümeler kuramının değeri kısa zamanda anlaşılan Cantor'un düşünceleri, kamplara böldüğü matematik dünyasında ateşli polemikler yaşanmasına neden oldu. Cantor bir yandan da, tartışmalara yol açan düşüncelerinin daha insaflı bir şekilde değerlendirilmelerini sağlayabilmek için 1889'da kurulan Deutsche Mathematiker Vereinigung'un kuruluş aşamasında yer aldı. Bu arada başka matematikçiler Cantor'un düşüncelerini benimsemeye başlarken Friedrich Ludwig Gottlob Frege ve daha sonra Kurt Gödel, Cantor'un ortaya attığı derin soruların daha anlaşılır olmalarını sağladı.

Cantor, çalışmalarının tartışma ve ayrılık yaratmasından hiçbir zaman kaçınamamış olsa da 1895'ten sonra genç kuşaktan daha enerjik matematikçiler Cantor'un kuramlarını giderek daha fazla savunur oldular. Artık karşı çıkışlara tek başına dayanmak zorun-

---

* Çok eski çağlardan aktarılmış içrek bilgilere sahip olduğunu öne süren dünya çapındaki bir kardeşlik tarikatı. (ç.n.)

da değildi. Kronecker'in fikri muhalefeti benzer inanışlara sahip kişilerin eleştirileriyle ayakta duruyor olsa da Cantor çevresinde, sonluötesi kümeler kuramını savunmaya istekli, etkileyici ve giderek artan sayıda matematikçi görebiliyordu. Onun için bu kutsal savaş neredeyse sona ermek üzereydi. Kuramsal zorluklar tam anlamıyla aşılamamış olsa da Cantor'un matematik dünyasına yaptığı kalıcı önemdeki katkılar kabul görmüştü. Matematik bir daha asla eskisi gibi olmayacaktı.

Cantor'un yaşamının ikinci yarısı sürekli tekrarlayan akıl hastalığı ataklarıyla geçmişti. Tanrı vergisi yeteneklere sahip pek çok sıra dışı insan gibi Cantor da manik depresifti. O zamanlar manik evre depresif evreden daha çok kaygı uyandırırdı. Cantor ilk önemli atağını 1884'te Paris'ten Halle'ye döndüğünde yaşadı. İyileşir iyileşmez Kronecker'le yeniden barışmayı denedi. Aldığı tepki hayli samimiydi. 1899'da gelen ikinci bir krizin ardından Cantor, on üç yaşındaki yetenekli en küçük oğlunun ölüm haberini aldı. Tüm aile derin bir kedere boğulmuştu. Cantor 1904'ten itibaren giderek daha çok sanatoryumda tedavi görmeye başlamıştı. Cantor, 6 Ocak 1918'de yetmiş üç yaşındayken Halle'deki akıl hastanesinde yaşamını yitirdi. Meslek yaşantısının sonlarına doğru başarıları çeşitli akademik ve bilimsel payelerle ödüllendirildi. Cantor'un bir büstü 1928'de üniversiteye yerleştirildi. Ne yazık ki yazışmalarının ve çalışmalarının büyük bir kısmı İkinci Dünya Savaşı'nda kayboldu.

Cantor'un meslek yaşantısının çeşitli yönleri edebiyat alanında yanlış yansıtılmıştır. Yakın zamanlarda Cantor'un yaşam öyküsünü kaleme alan pek çok kişi de bu durumun düzeltilmesinin çok güç olduğunu düşünmektedir. "Cantor'un Berlin'deki profesörlerinden Leopold Kronecker onu 'bir bilim şarlatanı, dönek, gençliği yozlaştıran biri' olarak görürdü," şeklindeki bir ifade her ne kadar doğru olsa da bu yoruma "Böylesi husumetler yüzünden Cantor sık sık akıl hastalığı krizleri geçirdiğinden yaşamının son beş yılını sanatoryumda geçirmek zorunda kalmıştı," şeklinde devam etmek uygun olmayabilir. Cantor'un daha yakın zamanlı yaşam öykülerinde "böylesi husumetler yüzünden" gibi ifadelere

gerekçe olabilecek hiçbir bilgi bulunmadığı gibi Cantor'un akıl hastalığının doğuştan kaynaklandığı ve Kronecker'in onun yaptığı matematikten zerre kadar hoşlanmamasıyla hiçbir ilgisinin olmadığına dair güçlü kanıtlar vardır. Cantor'un kuramının "tamamıyla beklenmedik" bir dizi çelişki nedeniyle sorunlu olduğu öne sürülse de Cantor, bunların gerçek anlamlarını belki de sonradan fark etmiş olmasına karşın en başından itibaren bu "paradoksların" farkındaydı.

Gösta Mittag-Leffler (1846-1927)

Mittag-Leffler'in adı daha önceki yaşam öykülerinde birkaç kez geçmişti. Mittag-Leffler, Stockholm'ün yeni üniversitesindeki ilk profesör ve aynı zamanda da saygın uluslararası dergi *Acta Mathematica*'nın kurucusuydu. Mittag-Leffler, önde gelen araştırmacılardan biri olmasa da zamanının matematik dünyasında hayli etkili olmuştu. Mittag-Leffler, İsveç matematiğinin babası olarak kabul edilir.

Gösta Mittag-Leffler, Olof Leffler ile Gustava Wilhelmina'nın (kızlık soyadı Mittag) ilk çocuklarıydı. 16 Mart 1846'da babasının öğretmenlik yaptığı eski tarz okulun lojmanında dünyaya geldi. Çiftin hepsi de yetenekli üç çocukları daha oldu. Bu çocuklar

ilerleyen yıllarda yazar Anne Charlotte Edgren-Leffler, dilbilimci Fritz Leffler ve inşaat mühendisi Artur Leffler olarak tanınacaktı. İsveçli Leffler'ler asıl olarak Silezya'daki Breslau'dan geliyorlardı. Aile üyelerinden biri 1655'te İsveç'e göç ederek burada büyük bir aile kurmuştu. Geleceğin matematikçisinin Göteborg'lu bir yelken yapımcısı olan büyükbabası İsveç Parlamentosu'nun da bir üyesiydi. Gösta'nın ailesinin anne tarafı da Alman kökenliydi. Annesinin babası tanınmış din adamlarındandı. Anneanne ve dedesine son derece bağlı olan küçük çocuk bunun bir göstergesi olarak daha sonra soyadına Mittag'ı ekleyecekti.

Kendisi de bir dönem parlamentoda görev yapan Mittag-Leffler'in babası Stockholm'deki bir okulun müdürlüğüne terfi ettirilmişti. Geniş bir arkadaş çevresine sahip Olof Leffler'in çocukları, güzel bir sosyal ortamın bulunduğu evde büyüyorlardı. Küçük çocuk matematiğe karşı öylesine bir yetenek göstermişti ki ortaöğretimin Stockholm'de geçirdiği son üç yılında matematik derslerinden muaf tutulmuştu. Eğitimine tarihi Uppsala Universitet'te devam etti. O zamanlarda tutmaya başladığı günlük, farklı ilgi alanlarına sahip, tutkuları artan, eğitimli ve sosyal genç bir adamın ipuçlarını veriyordu. Onun konumunda olan pek çok kişi gibi o da özel dersler vererek geçimini sağlıyordu. Öğrencilerinin çoğu toprak sahibi soylulardandı. 1872 tarihli tezi kayda değer bir çalışma olarak kabul edilmese de Mittag-Leffler'e *docent* unvanını sağlamıştı.

Mittag-Leffler'in meslek yaşantısındaki dönüm noktası ertesi yıl yirmi yedi yaşındayken İstanbul'da yaşayan bir İsveçli'nin verdiği "Bizans" bursunu kazanmasıyla gerçekleşti. Burs, ülke dışında ileri düzeyde çalışmalar yapılması için üç yıllığına veriliyordu. Mittag-Leffler bu bursu kullanarak Ekim 1873'te önce Paris'e gitti. Burada ilişkide olduğu esas kişi Hermite'ti. Hermite'in eliptik fonksiyonlar üzerine verdiği derslere giren Mittag-Leffler bu dersleri anlamakta zorlanmıştı. Hermite konuşmalarında, en iyi zamanlarını yaşayan Berlin okulundan büyük bir coşkuyla bahsedince Mittag-Leffler ikinci durak olarak Prusya başkentini seçti. Bu arada başka Fransız matematikçilerle de tanışmış, Paris'in sosyal yaşantısından hoşlanmaya başlamıştı.

Böylece Mittag-Leffler ülke dışındaki ikinci yılını Berlin'de geçirdi. Fransa için oldukça yıkıcı olan Fransa-Prusya Savaşı çok yakın bir zamanda sona ermişti. Paris'te Alman karşıtı duygular hüküm sürerken Berlin'deki Almanlar büyük bir mutluluk yaşıyordu. Mittag-Leffler daha sonra yaptığı bir konuşmada şöyle diyecekti: "İki başkente yaptığım ziyaretler sırasında Paris ile Berlin akademik çevreleri arasında gördüğüm yüksek gerilimi net bir şekilde hatırlıyorum. Bu yüzden Hermite ve Weierstrass'ın her türlü milliyetçi duygu ve eğilimden arınmış olmalarından dolayı büyük şaşkınlık yaşamıştım." Mittag-Leffler'in Berlin deneyimlerine daha önce Weierstrass'ın yaşam öyküsünde değinilmişti. Mittag-Leffler Weierstrass'çı eliptik fonksiyon kuramının, Hermite'in derslerinde anlattığı kuramı epeyce geliştirdiğini gördü. Kısa zamanda Kronecker ve özellikle de Weierstrass'la yakın ilişkiye geçti. Mittag-Leffler bunun sonrasında kendini, fonksiyon kuramında güç serileri yaklaşımını izlediği Weierstrass'ın bir takipçisi olarak kabul etti.

1809 ile 1919 arasında Finlandiya, Rusya'nın yönetimi altındaydı. 1875'te hâlâ Berlin'de olduğu bir sırada Mittag-Leffler, Helsingin Yliopisto'ya bir eleman alınmak üzere olduğunu duyarak bu görev için başvurmaya karar verdi. Mittag-Leffler niyetinden Weierstrass'a bahsettiğinde Weierstrass ona, kısa bir süre önce benzer bir fırsatın Berlin'de de doğduğunu ve Helsinki yerine buraya başvurmasının daha iyi olacağını söyledi. Matematikte mükemmellik merkezi olması bakımından Berlin'in Helsinki'den çok daha ileride olduğunu gayet iyi bilen Mittag-Leffler, Weierstrass'ın desteğini arkasına alsa bile Berlin'deki görev için rekabetin çok üst düzeyde olacağını düşündü. Üstüne üstlük Mittag-Leffler Prusya şovenizmini dayanılmaz buluyordu. Sonuçta Mittag-Leffler Helsinki'deki görev için başvuruda bulunmayı seçti.

Önemli Alman üniversitelerinin ayarında olmasa da Helsingin Yliopisto da o zamanlar saygın bir matematik merkeziydi. Kürsü için yaptığı başvuruda Mittag-Leffler'in eliptik fonksiyonlar üzerine sunduğu makaleyi yönetici profesör Ernst Leonhard Lindelöf incelemişti. Lindelöf, Mittag-Leffler'in başvuruda bulunan dört

adayın en iyisi olduğunu düşünüyor olsa da üniversite hocalarının Fince bilmelerini şart koşan bir kural vardı. Bununla birlikte her zaman istisnalar olabilirdi ve böylece Mittag-Leffler göreve alındı. Helsinki'de, bazılarıyla daha sonra birlikte Stockholm'e gideceği pek çok öğrencisi olmuştu. Üniversitedeki görevlerinin yanı sıra Fin başkentinin sosyal yaşantısı da hoşuna gitmişti. Kısa bir süre sonra Finlandiya'daki İsveçli nüfusun seçkin ve varlıklı bir üyesinin kızı genç Signe af Lindfors'la evlendi.

İsveç'teki en eski üniversite 1477 yılında kurulan Uppsala Universitet'tir. O zamanlar Güney İsveç, Danimarka topraklarına dahildi. Bu bölgenin 1658'de yeniden kazanılmasıyla Lund'da ikinci bir üniversite kuruldu. Üçüncü üniversite ise bundan ancak iki yüz yıl sonra Uppsala'nın başkentlik unvanını teslim ettiği Stockholm'de kurulacaktı. Diğer iki üniversitenin aksine 1880'de kurulan yükseköğretimin bu yeni merkezi maddi olarak bir miktar özel şahıslar tarafından destekleniyordu. İlk baştaki adı Høgskola olan bu kurum pek çok açıdan bir üniversiteden ziyade araştırma enstitüsü gibiydi. En başta okulda hiç sınav yapılmıyordu. Mittag-Leffler burada göreve getirilen ilk profesör oldu.

Mittag-Leffler'in yaptığı ilk işlerden biri *Acta Mathematica* adlı araştırma dergisini kurmaktı. Derginin kurulmasına yönelik ilk girişim o zamanlar Leipzig'de bulunan Sophus Lie'den gelmişti. Lie'nin kafasındaki plana göre yazı kurulu ve dergiye katkıda bulanacakların büyük çoğunluğu Finlandiya ve diğer İskandinav ülkelerinden olacaktı. Mittag-Leffler'in devreye girmesinin ardından yazı kurulunun Lie'nin teklif ettiği gibi yine kuzey ülkelerinden oluşturulması ama dergiye daha geniş bir coğrafyadan katılım sağlanmasının daha iyi olacağına karar verildi. *Acta*'nın 1882'deki ilk sayısında Mittag-Leffler, Poincaré'nin Fuchs grupları üzerine kaleme aldığı önemli raporunun yer almasını sağladı. Kendisi de matematikçi olan Kral II. Oskar bu yeni girişime desteğini sundu. Çok geçmeden *Acta* geleceğini güvence altına alacak kadar aboneye ulaşmıştı.

Mittag-Leffler'in Berlin'de olduğu sırada Weierstrass'tan Rus matematikçi Sonya Kovalevskaya'nın adını duyduğunu biliyo-

ruz. 1876'da Sen Petersburg'a Kovalevskaya'yı görmeye giden Mittag-Leffler onun tinselliğinden, cazibesinden ve matematik bilgisinden şaşkına dönmüştü. İkili dört yıl sonra her ikisinin de konuşma yaptığı altıncı Rus Bilim Kongresi'nde yeniden karşılaştı. Kovalevskaya matematikçi olarak çalışabileceği bir iş arıyordu ve Mittag-Leffler'e Helsinki'de böyle bir iş bulma şansının olup olmadığını sordu. Mittag-Leffler, radikal düşüncelere sahip etkin biri olarak tanınan Rus uyruklu Kovalevskaya'nın böyle bir göreve getirilmesinin pek mümkün olmadığını kısa sürede fark etti. Yine de Stockholm'e yerleşir yerleşmez Kovalevskaya'nın Høgskola'ya gelmesi için girişimlerde bulundu. 1884'e gelindiğinde hedefine ulaşmıştı. Bundan sonra olanlara Kovalevskaya'nın bu bölümün ilerleyen sayfalarındaki yaşam öyküsünde yer vereceğiz.

Kronecker'in yaşam öyküsünden hatırlayacağımız gibi İsveç kralının altmışıncı yaş günü nedeniyle özel ödüllü bir yarışma düzenlenmişti. Ödül, belirli dört konudan herhangi birindeki en iyi matematik makalesine verilecekti. Yarışmadaki üç konu eliptik ve hipereliptik fonksiyonlara ilişkinken ilk konu gökcisimleri mekaniğinde üç cisim problemiyle ilgiliydi. Poincaré beklenildiği gibi yarışmaya katıldı. Kurallar gereğince kimliğini belirtmeksizin teslim etse de tarzından ve konuyu ele alış şeklinden yazarı kolayca anlaşılabilen "Üç Cisim Problemi ve Dinamik Denklemleri Üzerine" adlı çalışması ödüle layık görülerek yayımlanması için hazırlıklara başlandı. Ancak, son aşamada Poincaré'nin makalesinde önemli hatalar tespit edilince zaten maddi sıkıntı içindeki yazar maliyetleri kendi karşılayarak makaleyi düzeltmek zorunda kaldı. Sonuçta Poincaré kazandığı ödülden daha fazlasını harcamak durumunda kaldı.

Mittag-Leffler herkes tarafından sevilen biri olmasa da artık uluslararası üne sahipti. Sanayici Alfred Nobel'in kendi adını taşıyan biyoloji, kimya, fizik gibi konularda vereceği ödüllerin konu başlıkları seçilerek onaylaması için Mittag-Leffler'e sunulmuştu. Listedeki konulardan biri de matematikti. Matematikte bir ödül verilecekse bu ödül için Mittag-Leffler'in uygun olup olmadığını soran Nobel'e bunun mümkün olduğu yanıtı verilince Nobel, listesinden matematiği çıkardığından böyle bir ödül şimdiye dek hiç verilmedi.

Mittag-Leffler farklı türde pek çok akademik onurun sahibi olmuştu. Bunlar arasında kırkı aşkın akademi ve derneğin onursal üyelikleri vardı. Uluslararası ilişkiler kurma konusunda çok hevesli olan Mittag-Leffler, üzerinde daha sonra konuşacağımız uluslararası kongreler dizisinin başlatıcılarındandı. Mittag-Leffler'ler varlıklı bir aileydi. Karısı Signe'nin sahip olduğu büyük miktardaki paranın yanı sıra Mittag-Leffler de başarılı bir girişimciydi. 1916'da Mittag-Leffler yetmiş yaşındayken ailecek evlerini ve kütüphanelerini önemli miktarda bir bağışla birlikte Kungliga Vetenskapsakademien'e hediye ettiler. Bundaki amaç, bir yöneticinin öncülüğünde matematiğin gelişimini daha da ileriye götürecek bir enstitü kurulmasıydı. İlk yöneticinin de Mittag-Leffler olması düşünülüyordu. Ne yazık ki savaşın ekonomik etkileri ilk başta verilen bağışın yetersiz kalmasına yol açtı. Yine de Institut Mittag-Leffler en nihayetinde kurulabilmişti.

İsveç matematiğinin babası 7 Temmuz 1927'de seksen bir yaşında yaşamını yitirdi. Tüm yetişkin yaşamı boyunca soyut matematiğe beslediği tutku ve zamanının büyük matematikçilerine duyduğu hayranlık onu yönlendirmişti. Yayımladığı yüzü aşkın araştırma makalesiyle kompleks analiz alanında uzmanlaşmıştı. Bunun yanı sıra başarılı bir öğretmen ve girişimciydi. Sophus Lie onun bir matematik diplomatı olduğunu söylerdi. Kralın yakın çevresindeki kişilerden biri olan Mittag-Leffler İsveç'te önemli bir halk kahramanıydı. Mittag-Leffler bir konferans salonuna girdiğinde tüm dinleyiciler ayağa kalkardı.

Felix Klein (1849-1925)

Felix Klein Mittag-Leffler'e kıyasla daha da önde bir matematik siyasetçisiydi. Gençlik yıllarında adını duyuran Klein, matematikteki rekabetin çok güçlü olduğunu görmüştü. Henüz genç olduğu bir dönemde matematikle ilgilenmek yerine bilim politikası geliştirmek şeklinde tanımlanabilecek asıl mesleğine doğru geçiş yaptı. Klein ünlü *Erlangen Programı*'nda bir yandan birleşik geometri düşüncelerini sunarken bir yandan da matematik öğretiminin reformuna yönelik görüşlerini ortaya koyuyordu. Önce Leipzig'de daha sonra da esas olarak Göttingen'de matematik ile uygulama alanları arasındaki yakın ilişkiyi yenileyerek konuyu yeniden canlandırmaya çalıştı. Nüfuzunu en çok hissettirdiği Almanya'nın

yanı sıra matematiğin Birleşik Devletler'deki gelişiminde de etkili oldu. Hem sözlü hem de yazılı olarak ortaya koyduğu açıklayıcı çalışmaları son derece yüksek standartlıydı.

Ren bölgesindeki Düsseldorf kentinde 25 Nisan 1849 gecesi "*Regierungspräsident* (belediye başkanı) kâtibinin evinde bir telaş vardı. Evin dışında, Prusyalı yöneticilere başkaldıran Renlilerin siperlerinden top sesleri yükselirken evin içindeyse nereye gideceğini bilmeden kaçmaya hazırlanmış insanlar vardı. İşte o gece katı Prusyalı kâtibin oğlu dünyaya geldi. Oğlanın adı Christian Felix Klein'dı." On dokuzuncu yüzyıl matematik dünyasının en önemli isimlerinden birine ithafen yazılmış bir anma yazısı işte böyle başlamaktadır.

Sonraki yirmi yıl boyunca Prusya önemli bir Avrupalı güç olma iddiasını sürdürdü. Neredeyse kesintisiz devam eden çalkantılı dönemlerden sonra Fransa-Prusya Savaşı patlak verdi. Yine de genç Klein mümkün olduğunca normal bir çevrede büyüdü. 1865'te doğa bilimleri eğitimi aldığı Universität Bonn'a girmeden önce Düsseldorf'taki *gymnasium*'a gitti. İki yılın ardından fiziksel bilimler bölümüne geçti. Burada çizgi geometrisi kuramının kurucusu yetenekli matematikçi ve fizikçi Julius Plücker'den ders aldı. Plücker'in beklenmedik ölümünden sonra Klein, Alfred Clebsch'in öğrencisi olsa da Clebsch daha sonra Göttingen'e gitti. Klein, Plücker'in bıraktığı bazı araştırma makalelerini yayına hazırlarken bir yandan da Rudolf Lipschitz gözetiminde yaptığı doktora tezi üzerinde çalışıyordu. Bonn'daki doktora sınavını başarıyla geçince Clebsch'i ziyaret etmek için Georg-August'a gitti. Klein burada Clebsch önderliğindeki hareketli araştırma grubundan bazı kişilerle tanıştı.

Daha sonra Klein, Clebsch'in tavsiyesine uymayarak 1869-70 dönemi için Berlin'e gitti. Önde gelen Berlinliler, Weierstrass, Kummer ve Kronecker geometriyle pek ilgilenmiyor ama bu dönemde birlikte çalışıyorlardı. Matematik eğitiminin gelişimi için bu üçlünün çabalarıyla Berlin semineri bir esas oluşturmuştu. Berlin, matematikte ileri düzeyde çalışmalar yapmak isteyen hevesli lisansüstü öğrencileri ve doktora sonrası çalışma yapanlar için kutsal bir yer haline gelmişti.

Klein Berlin'e geldiğinde Cantor, Frobenius, Killing ve Mittag-Leffler burada öğrenciydi. Klein bu etkileyici grup içinde kendini gösteremedi. Mittag-Leffler'e göre Klein, Kronecker ve Weierstrass'ın derslerinden pek de yararlanamıyordu. Bildiğimiz gibi Klein, o zamanlar Berlin'e uğramış olan Sophus Lie'yle dostluk kurmuştu. Klein annesine şöyle yazmıştı: "Tanıştığım genç matematikçiler arasında biri özellikle hoşuma gitti. Adı Lie. Adını Christiania'dayken yayımladığı bir makaleden daha önce duymuş olduğum bir Norveçli. Kendimizi benzer şeylerle meşgul ettiğimizden konuşacak konu bulmakta hiç sıkıntı çekmiyoruz. Ancak yine de yalnızca bu ortak sevgiyle birbirimize bağlanmadık. Matematiğin burada diğer insanlar özellikle de yabancıların başarıları üzerinde ve karşısında olacak şekilde var olma biçimine yönelik tiksinti de bu bağın oluşmasını sağladı." Klein, Kummer'in seminerinde Lie'nin çalışmaları üzerine bir konuşma yaptırıştı.

1870'in ilkbaharında daha önce de gördüğümüz gibi beraberce Paris'teydiler. "Odalardan odalara geçiyor, insanlarla ve özellikle de genç matematikçilerle şahsen iletişime geçerek bilimsel ilhamın peşinden gidiyorduk," diyen Klein, yaşamlarından bir kesiti de şöyle aktarır:

> 1870'in Temmuz ayında bir sabah çok erken kalkmıştım. Tam dışarı çıkmak üzereydim ki henüz yataktan çıkmamış olan Lie odasına gelmem için seslendi. Odasına girdiğimde bana dün gece bulduğu şeyi, eğrilik çizgileri ile minimal doğrular arasındaki ilişkiyi anlatmaya başladı. Söylediklerinin tek kelimesini anlamadım. Her neyse bana Kummer yüzeyindeki minimal doğruların kesinlikle on altıncı dereceden cebirsel eğriler olması gerektiğini söyleyerek konuşmasına devam etti. Sabah Conservatoire des Arts et Métiers'i gezerken birden bu on altıncı dereceden eğrilerin benim birinci ve ikinci dereceden doğru kompleksleri kuramımda karşıma çıkanlarla aynı olduğu aklıma düşüverdi. Lie'nin dönüşümlerinden bağımsız olarak geometrik kanıtını elde etmeyi başardım. Öğleden sonra saat dörtte geri döndüğümde Lie çıkmıştı. Lie'ye kanıtımın yer aldığı bir mektup bıraktım.

Fransa-Prusya Savaşı patlak verdiğinde Klein orduya katılmak için Almanya'ya döndü. Sıhhiye sınıfına verilen Klein burada tifüse

yakalanınca evine gönderildi. Prusya'nın savaştan zaferle çıktığı ertesi yıl Klein, Lie'yle birlikte çalışmaya kaldığı yerden devam etti. Georg-August'ta *privatdozent*'liğe yükselmişti. Bu sırada Almanya ve diğer ülkelerde yeni geliştirilen Eukleides dışı geometrilerin geçerliliğine yönelik büyük bir tartışma sürmekteydi. Klein bunların Eukleides geometrisiyle ilişkili olarak izdüşümsel geometrilerle modellenebileceğini gösterdi. Eukleides geometrisinden hiçbir şekilde kuşku duyulmadığından kuşkuyla yaklaşan kimi insanların varlığını sürdürmesine karşın bu önemli bilgi Eukleides dışı geometrilerin geçerliliğine katkı sağladı.

Klein 1872'de Bavyera'daki Universität Erlangen'de profesörlüğe getirildi. Dışa dönük ve hareketli biri olan Klein önceki Möbius'la tam bir tezat oluşturuyordu. Klein parlak bir hoca olarak tanınmıştı. Derslerini her zaman kılı kırk yararak hazırlarken, tahtaya yazılacaklar ders bittiğinde anlattıklarının bir özeti tahtada görünecek şekilde önceden titizlikle planlanırdı. Buna karşın ilk dersini dinlemeye yalnızca iki öğrenci geldi. Daha sonra bu iki öğrenciden biri ara sıra derslere gelmeye başlarken diğeri ise derse hiç uğramamıştı.

Erlangen'deki geleneksel açılış törenleri kapsamında Klein'ın bir *Antrittsrede** yapması gerekiyordu. Klein bu konuşma için çok güçlü görüşlere sahip olduğu matematik eğitimi konusunu seçti. Ancak Klein'ın bu görüşleri yıllar içinde çok değişecekti. Bunun yanında Erlangen'e özgü bir diğer özellik de Klein'ın bir *Programmschrift*** hazırlaması zorunluluğuydu. Klein bu manifestoya "Vergleichende betrachtungen über neuere geometrische Forschungen" (Geometrideki Son Dönem Araştırmaların Karşılaştırmalı İncelemesi) adını verdi. Bu manifesto daha sonra *Erlangen Programı* olarak bilinecekti. O zamanlar tüm geometri çeşitleri, Eukleidesçi, eliptik, hiperbolik, izdüşümsel ve diğerleri ayrı ayrı ele alınırdı. Klein daha önce tasarlanmış olan her şeyden çok daha geniş ve toplu, birleştirici bir geometri görüşü ortaya koymuştu. Klein'ın ortaya attığı kavram geometri alanındaki araştırmalara yeni bir hız katsa da geometriyi

---

* Açılış konuşması. (ç.n.)

** Manifesto. (ç.n.)

tanımlamaya yönelik çabalar sonuçsuz kaldı. Bundan elli yıl sonra bu konu üzerinde çok kafa yormuş biri olarak Veblen konuyu şöyle özetlemişti: "Matematiğin bir dalına bu ad, yeterli sayıda ehil insana duygusal ve geleneksel gerekçelerle güzel geldiği için geometri adı verilir."

Erlangen Programı Klein'ın tek önemli matematiksel başarısı olarak nitelendirilir. Ne var ki programın yalnızca Erlangen'deki bir kitapçık olarak kaldığı sonraki yirmi yıl boyunca program çok az duyulmuştu. Bu dönemde başta Poincaré olmak üzere pek çok matematikçi de Klein'dan habersiz benzer düşüncelere ulaşmıştı. Hatta bu düşünceler Klein'nınkilerden çok daha etkiliydi. Daha sonra Lie Paris'ten Klein'a şöyle yazacaktı: "Poincaré bir vesileyle matematiğin tamamıyla gruplardan ibaret olduğundan söz etti. Ona senin *Erlangen Programı*'ndan bahsettim. Bu konuda hiçbir fikri yoktu." Lie ekolüyle birlikte yirminci yüzyıl matematiğini şekillendirecek yapısal düşünce biçiminin yaratılmasında Klein'a kıyasla daha özlü bir çabanın içinde yer alıyordu. En sonunda Klein, Lie ve Poincaré'yle birlikte grup kavramının birleştirici ilke olduğunu gördü ama özgün programında bu görüşe o an için yer vermedi.

Sonraki üç yıl Klein için araştırma açısından üretken geçti. Klein daha sonra 1875'te Münih'teki Technische Hochschule'de (teknik okul ya da enstitü) Ludwig Hesse'nin ardılı olarak görevlendirildi. Bu yeni görevi Klein'ın aralarında birer klasik haline gelecek birkaçının da yer aldığı yetmişe yakın makale yayımladığı hayli üretken bir başka beş yılı beraberinde getirdi. Klein'ın makaleleri, konuları geometrik bakış açılarından değerlendirdiği grup kuramı, cebirsel denklemler ve fonksiyon kuramına ilişkindi. Erlangen'de verdiği derslere gelen çok sınırlı dinleyicilerin aksine öğrenciler Münih'teki derslerini dinlemeye akın akın geliyordu.

Berlinli matematikçilerin yayına hazırladığı Crelle'in *Journal*'ı artık neredeyse kırk yıllıktı. Klein'ın yol göstericisi Clebsch ölümünden kısa bir süre önce kurduğu *Die Mathematische Annalen* adlı dergiyi meslektaşı Carl Neumann'la birlikte yayına hazırlıyordu. 1876'da Klein da derginin yayın kuruluna katıldı. Daha

sonra genel yayın yönetmenliğine yükselen Klein'ın yönetimindeki *Annalen*'in ünü, Crelle'in kurduğu ve Berlin egemenliğindeki dergiyi geçmeye başladı. 1880'de Leipzig'deki üniversite matematik alanında ilk sıralarda yer almamasına karşın burada yeni kurulan geometri kürsüsü teklif edildiğinde Klein hiç tereddüt etmeden bu teklifi kabul etti. Bir yandan Klein Alman matematiğinin yükselen yıldızı olarak kabul edilirken Leipzig'de geçirdiği altı yılın ardından üniversitenin adı da duyulmaya başlamıştı.

Poincaré Klein'dan beş yaş küçüktü. 1881'de Klein Leipzig'e geldiğinde genç Fransız da Fuchs fonksiyonları üzerine büyük keşiflerini yapıyordu. Klein, Poincaré'den *Annalen* için bir özet yazmasını istedi. Poincaré Alman ekolünün bu alandaki son dönem çalışmalarını pek bilmiyordu ama Klein'ın yardımıyla kısa sürede işi yoluna koydu. Birlikte çalışmadan ziyade rekabet içinde geçen ertesi yıl her iki matematikçi birbirlerinden bağımsız olarak Eukleides dışı geometrinin temel bir rol oynadığı uniformizasyon probleminde önemli keşiflere imza attı. Mittag-Leffler'in daveti üzerine Poincaré araştırmasını *Acta*'nın ilk sayısında beş makalelik bir dizi olarak yayımlarken Klein bundan kısa bir süre önce kendi incelemelerinin ön baskılarını çevresine dağıtmaya başlamıştı. Lie Paris'ten Klein'a şöyle yazmıştı: "Poincaré ilk başta senin çalışmanı okumakta zorlandığını ama şimdi daha kolay ilerlediğini söyledi. Darboux ve Jordan gibi bazı matematikçiler okuyucudan çok fazla şey beklediğinden kanıtlara pek fazla yer vermediğini söylüyorlar."

Poincaré, Klein'ın önüne geçme çabalarına devam ederken Klein, güzel ve yalın kısa çalışması "Vorlesungen über das Ikosäeder und die Auflösung der Gleichungen von 5 Grade" (Yirmiyüzlü ve Beşinci Dereceden Denklemler Üzerine Dersler) dışında sonraki iki yıl boyunca çok az yayın yaptı. Poincaré'yle girdiği rekabet Klein'ın zihin sağlığı üzerinde büyük bir baskı oluşturmuştu. İçine girdiği atalet ve buhran durumuyla mücadele eden Klein, Leipzig'deki meslektaşlarından giderek uzaklaştı. Bu zorlu dönem 1884'te Amerika'daki Johns Hopkins University'de Sylvester'dan boşalan görevin Klein'a teklif edilmesiyle sona erdi. Klein, ciddi biçimde ilgilenmesine karşın sonuçta teklifi kabul etmedi. Yine de bu teklif moralini düzelterek

Klein'ın gelecekteki meslek yaşantısı üzerine düşünmesini sağladı. Klein rekabetin uç noktalarında araştırma yapmak yerine matematiğe başka şekillerde katkıda bulunmaya karar verdi.

Klein'ın Alman matematik çevrelerince kabulü ancak aşamalı olarak gerçekleşiyordu. Özellikle Berlinliler Klein'a şüpheyle yaklaşıyordu. Mittag-Leffler 1881'de Hermite'e yazdığı bir mektupta şöyle diyordu: "Bana Klein ile büyük Berlinliler arasındaki ilişkiyi sormuşsun... Weierstrass Klein'ın yetenekli olduğunu düşünmekle birlikte onu oldukça yüzeysel ve hatta kimi zaman neredeyse bir şarlatan olarak görüyor. Kronecker ise Klein'ın hiçbir meziyete sahip olmayan bir şarlatan olduğunu düşünüyor. Kummer'in de aynı şekilde düşündüğünü zannediyorum." Berlinlilerin görüşleri 1892'de Weierstrass'ın ardılının kim olması gerektiği konusunda düşünceleri sorulan fakülte kurulu "göz kamaştırıcı bir şarlatan" ve "derleyici" biri olarak gördükleri Klein'ı reddettiğinde de değişmemişti. Klein'ın dostu ve müttefiki Lie'nin bile bazı çekinceleri vardı: "Üst düzeyde yeteneklere sahip Klein'ın benim bilimsel çabalarıma eşlik ederkenki içten anlayışını hiçbir zaman unutamam. Ama yine de onun örneğin sonuç çıkarma ile kanıt arasında ve bir kavramın ortaya konması ile bu kavramdan yararlanılması arasında yeterince ayrım yapmadığı kanısındayım."

Bu arada Klein, Berlin'in eski öğrencileri aracılığıyla yalnızca Almanya'da değil diğer ülkelerde de kurmuş olduğu nüfuz ağından etkilenmişti. Bununla birlikte Klein Almanya'daki geometri araştırmalarının kıtlığından da Berlin ekolünün "kibrini" sorumlu tutuyordu. Temel çalışmalarda Bonn ve Göttingen'deki matematikçiler uzamsal sezgi ve fiziksel deneyime başvururken Berlin'in etkisi altındaki üniversitelerde bu çalışmalar çoğu zaman hayli uzmanlaşmış bir matematiğin yalnızca kendisi içindi. Yine de yüzyılın sonuna doğru Berlin'in egemenliğinin istenen bir şey olup olmadığı sorgulanmaya başlanmıştı. Bu sorgulama kısmen, mühendislerin eğitimi için kurulan *Technische Hochschule*'ler döneminin aşırı akademik matematiğine bir tepki olarak doğmuştu. Kısa süre içinde bu teknik okulların en iyileri üniversitelerle doğrudan rekabet içine girmişlerdi. Bu okullardan bazıları daha en başından itibaren

bölgesel kurumlar olmuşken bazılarıysa bir üniversiteden çok bir lise karakterindeydi.

Klein 1886'da beklediği fırsat doğunca üssü haline getireceği Göttingen'e gitti. Klein, Georg-August'u bilim alanında güçlendirme politikası güden kültür bakanlığında nüfuza sahipti. Klein'ın askerlik yaptığı dönemden bir arkadaşı üniversitelere yapılan görevlendirmelerle ilgileniyordu. Klein'ın genç bir matematikçi olarak kariyer sahibi olmada başarılı olup olmayacağı bilinemiyordu. Sıra dışı yetenekleri sezmesini sağlayan gizemli bir yeteneğe sahipti ama görevlendirmeler söz konusu olduğunda önyargısız ve dengeli olmaya çalışıyordu. Daha sonra büyük bir güce erişse de ilk başlarda her zaman onun istediği şekilde kararlar alınmıyordu. Adolf Hurwitz'i Zürich'ten Georg-August'a getirme çabası sonuçsuz kalmışsa da ikinci tercihi, Georg-August'a gelme düşünü gerçekleştirecek ve burayı matematik dünyası için kutsal bir yer haline getirecek biriydi.

Klein halen Königsberg'de olan ama ilerlemek için fırsat kollayan genç Hilbert'ten hayli etkilenmişti. 1894'te beklenen fırsat doğduğunda Klein Hilbert'i Georg-August'a aldırdı. Sonraki yirmi yıl boyunca Klein ve Hilbert, soyut matematiğin oldukça baskın olduğu Göttingen'i Berlin'den çok daha çekici bir merkez haline getiren açık uçlu disiplinler arası yaklaşımlarını uygulamaya koydu. Yine de Berlinli ve Göttingenli matematikçiler arasında yirminci yüzyılın ilerleyen yıllarına dek devam eden derin bir rekabet söz konusuydu.

Klein sık sık İngiltere'ye gitti. Lord Rayleigh'in 1878'de Almanca çevirisinin de yayımlandığı *Theory of Sound* (Ses Kuramı) gibi ders kitapları misali İngiliz uygulamalı matematik yaklaşımını benimsedi. Kısmen Amerikalı matematikçilerin Atlantik'in karşı kıyısına geçerek Georg-August'ta yaptıkları sürekli çalışmaların bir sonucu olarak Amerika'ya kısa ama etkili iki ziyarette bulundu. Amerikalıların Avrupa'ya gelişleri o kadar yoğundu ki yeni çıkmaya başlayan *Bulletin of the American Mathematical Society* (Amerikan Matematik Derneği Bülteni) Göttingen ve diğer Avrupa üniversitelerindeki ders programlarını basmaktaydı. Klein'ın

Amerika'daki sıra dışı etkisi, 1893'te Chicago'da Dünya Fuarı'yla birlikte düzenlenen matematik kongresinde oynadığı rolle değerlendirilebilir. Bu kongre, daha sonra gerçekleştirilmeye devam eden uluslararası kongrelerden biri olmasa da sonraki bölümde göreceğimiz gibi Amerika'daki matematik çalışmaları üzerinde büyük etki yapmıştır. Klein düşüncelerini Amerika'da sunmak için uzun süredir beklediği fırsatı kongre sonrası Northwestern University'de düzenlenen kolokyumda yakalamıştı. Klein konuşmalarını İngilizce yapmıştı. Söylenenlere göre konuşmalar daha çok bir nutuk havasındaydı. Tam metniyle yayımlanmış konuşmalardan şu kısımlar çokça alıntılanmıştır:

> İçinde bulunduğumuz on dokuzuncu yüzyılda matematiğin gelişimini düşündüğümüzde diğer bilim dallarında gerçekleşenlere benzer şeylerle karşılaşırız. Daha önceki dönemin ünlü araştırmacıları Lagrange, Laplace, Gauss hepsi de matematiğin tüm dallarını ve bunların uygulamalarını kucaklayabilecek denli büyüktüler. Özellikle onların döneminde astronomi ve matematik ayrılmaz bir ikili gibiydi. Bununla birlikte sonraki kuşakta uzmanlaşmaya doğru giden bir eğilim kendini göstermişti. Gelişen bilim aynı zamanda orijinal kapsamından ve amacından ayrılmaya başlayarak daha önceki birliğini tehdit eder bir noktaya gelmekte ve ayrı kollara ayrılmaktadır.

Klein sözlerine son yirmi yıl içinde genel Gauss programı olarak tanımladığı duruma bir dönüş biçiminde gerçekleşen belirgin bir gelişme olduğunu söyleyerek devam etmektedir. Ama şimdi ile geçmiş dönem arasındaki farka dikkat edilmelidir. Geçmiş dönemde tek bir usta aklın yerine getirdiğine şimdi ancak birleştirilmiş çabalar ve işbirliğiyle ulaşılabilmektedir. Bu ifadeyi, Weierstrass ve şüphesiz onunla birlikte pek çok matematikçiyle aynı görüşteki Klein'ın bilimsel ve özellikle de matematiksel yeteneğin ırkla olan ilişkisi üzerine sözleri takip etmektedir:

> Uzay sezgisinde kesinlik derecesinin farklı kişilerde ve hatta farklı ırklarda farklı olabileceğini söylememiz gerekir. Görünen o ki, güçlü ve saf bir uzay sezgisi esas olarak Germen ırkının bir özelliğiyken eleştirel, saf mantıkçı bir sezgiyse Latin ve İbrani ırklarına özgü. Bir kısmına Francis Galton'un kalıtı-

ma ilişkin çalışmalarında yer verdiği satırlarda rastlanan bu konunun detaylı olarak incelenmesi ilgi çekici olabilir.

Klein sezgiye mantıktan kesinlikle daha fazla değer verdiğinden Hadamard, bu ifadesinden Klein'ın Germen ırkını Fransız ve Yahudilerden daha üstün gördüğünü çıkarsamaktadır. Ama en azından Yahudi matematikçiler söz konusu olduğunda Klein'ın Georg-August'ta ve diğer yerlerde göreve getirdiği Yahudi matematikçilerin yeteneklerini ne denli üstün gördüğünü ve gerekçelendirebildiği durumlarda da bu matematikçileri Ari ırktan nitelikli kişilere karşı nasıl savunduğunu hatırlamakta yarar var. Bununla beraber iktidarda olduğu dönemlerde Nazileri destekleyen bilimciler Klein'dan sık sık büyük beğeniyle alıntılar yapmıştır. Biyometrinin kurucusu Galton'un pek çok ilgi alanından biri de öjenikti.

Dönemin en büyük tartışma konularından biri olan eğitim politikasına ilişkin çok şey yazılmıştı. Bu konuda epey yazı kaleme alanlardan biri de Klein'dı. Matematiğin kültürel ve teknolojik işlevleri arasında öteden beri gelen bir çekişme vardır. Almanya'da bu problemin bir parçası da Prusya gibi Protestan devletler ile Bavyera gibi Katolik devletler arasındaki yaklaşım farkıydı. Burada bu konuyu ayrıntılarıyla tartışmayacak olsak da yıllar içinde Klein'ın ortaöğretimde bilim reformu gibi davalara kendini verdiğini söylemek gerekir. Bu reformlar özellikle analizin öğretim programına girmesi, öğretmenler ve mühendisler için kapsamlı matematik derslerinin geliştirilmesi, matematik ve diğer bilim dalları ile matematiğin kendisi ve uygulama alanları arasındaki bağın güçlendirilmesi ve bilim ile sanayi arasında yakın ilişkiler kurulması gibi alanları kapsamaktaydı. Klein Amerikalıların kaynaklarından ve becerikliliklerinden öylesine etkilenmişti ki kendi ülkesinin rekabete girebilmesi için Almanya'yı matematiğin sanayiye, özellikle de havacılık ve akışkanlar mekaniğine uygulanmasında en üst düzeye çıkartmak için kutsal bir savaş başlatmıştı.

On dokuzuncu yüzyılın sonlarında Almanya'daki matematik büyük bir değişime uğruyordu. Soyut matematik araştırmaları fonksiyon kuramı, değişmezler kuramı ve cebirsel geometri gibi

geleneksel alanlardan kümeler kuramı ve nokta-küme topolojisi gibi yeni alanlara kayıyordu. Soyut yapılar matematikçileri büyülemeye başlamıştı. Yeni matematiğin tensör analizi ve matris cebiri gibi alanlarının daha sonra görelilikte ve kuantum mekaniğindeki problemlerin ele alınmasında hayati öneme sahip oldukları anlaşılacaktı. Üstüne üstlük ikinci sanayi devriminin yarattığı baskı gemi yapım mühendisliği, aerodinamik bilimi ve finans alanlarındaki olası uygulamalara yönelik ilgiyi de körüklemişti. Bu genişleyen uygulama alanları ortamında soyut ve uygulamalı matematik arasındaki çizgi belirsizleşirken eski neo-hümanist ideoloji de artık matematikle ilgili mesleklere yön vermiyordu. Klein daha sonra onun gençliğinde otomorf fonksiyonlar, Abel integralleri ve temel cebirsel geometriye ilişkin tüm sorulara yanıt verebilecek bir bilgiye sahip olmanın tüm matematikçiler için kesinlikle gerekli olduğu düşünülürken genç araştırmacıların bu düşünceler dizisine hiçbir ilgi göstermediği bir dönemi görmüş olduğundan yakınmıştı.

Klein Georg-August'ta resmi olarak hiç idari görevde bulunmamıştı. Weyl'in de daha sonra yazacağı gibi Klein burada matematiği bir tanrıymışçasına yönetiyordu. Klein'ın tanrısal gücü kişiliğinin, adanmışlığının, çalışma isteğinin gücünden ve işleri yoluna koyma becerisinden geliyordu. Klein Göttingen'de matematiğin, uygulamalarla fiziksel ve zihinsel olarak yakından ilişkili olacağı bir kurum oluşturulma projesiniyse gerçekleştirememişti. Fizik enstitüsünün yanındaki arazinin üniversiteye verilmesiyle proje, bina için planların çizilmesi ve inşaata başlanma aşamasına dek gelmişse de Birinci Dünya Savaşı başlayınca proje belirsiz bir süre boyunca askıya alındı.

Bozulan sağlık durumu gerekçesiyle erkenden emekli olduğu 1913'e gelindiğinde Klein matematik araştırmaları yapan eşi benzeri olmayan bir çevreyi bir araya getirmiş olmanın gururunu yaşıyordu. Emekliliğinin ardından Klein, derslerini evinde vermeye başladı. Üniversiteye gelince Klein, bölümün aldığı kararlara yön vermede hâlâ en güçlü kişi, üniversitenin sanayiyle olan ilişkisinde temsilcisi ve Berlin'deki bakanlıkta en etkili akademik sesti. Bununla birlikte savaşın başlangıcında pek çok Alman öğretim üyesiyle

birlikte Almanya'nın savaşçılığını makul göstermeye yönelik şovenist *Kültür Dünyasına Çağrı* bildirisine destek verdiğinde uluslararası arenadaki ünü büyük ölçüde zedelenmişti. Bildiriye imza veren tek matematikçi olarak Klein, kendisinden telefonda içerik olarak tamamen farklı bir ifade için destek istendiğini öne sürmüştü.

Savaş sona erdiğinde Klein idari ve örgütsel faaliyetlerinin büyük çoğunluğundan uzaklaşmıştı. Toplu eserlerinin iki cildi yayımlanmıştı. Araştırma kariyeri boyunca elde ettiği başarılarına ilişkin üçüncü ciltteyse 1881-82'de Poincaré'yle yaptığı yazışmalar yer alacaktı. Bundan yalnızca birkaç ay önce Poincaré'nin yazdığı ve Klein'ın bir şekilde kaybetmiş olduğu bir mektubun ancak yarısına ulaşabilmişti. Evden artık yalnızca tekerlekli sandalyeyle çok seyrek ayrılabildiği meslek yaşantısının bu son günlerinde, Hilbert'in altmışıncı yaş günü şerefine verilen yemeğe katılabildi. Klein, Hilbert'e Leipzig'deki 1885 tarihli seminerde meslektaşının yaptığı konuşmanın bir kopyasını hediye etti. Daha sonra Courant'ın New York'a getirttiği genç K. O. Friedrichs 1922'de Klein'a uğramıştı: "Klein'ın zarafeti ve cazibesi karşısında şaşkınlığa uğramış, ayaklarım yerden kesilmişti." Friedrichs daha sonra şöyle diyecekti: "Her şey istediği gibi gittiğinde Klein çok cana yakın ve kibarken ona karşı gelen birine karşı tam bir zorba olabilirdi." İkili, bir gün önce sağ görüşlü teröristlerce gerçekleştirilen suikast sonucu Alman dışişleri bakanının yaşamını yitirmesi üzerine konuşmuştu. "Klein çok üzgündü. Böyle bir şeyin gerçekleşmesi onu gerçekten rahatsız etmişti. Bunun cumhuriyete büyük bir darbe olduğunu düşünüyor, Almanya'nın geleceğine ilişkin kaygılar besliyordu." Klein, o dönemlerde Almanya'da çok yaygın görülen kaderciliğe yenik düşüyordu. Bundan kısa bir süre sonra kaleme aldığı otobiyografik çalışmada Klein şöyle diyordu: "Zamanla insanların kendi kaderlerini kontrol edebilmelerinin ancak çok kısıtlı şartlarda mümkün olabildiğini açık bir biçimde fark ettim. Bizim irademiz dışında gerçekleşecek harici şartlar her zaman devreye girecektir."

Klein birkaç yıl daha yaşasaydı tüm yaşamı boyunca kurmaya onca çabaladığı şeylerin pek çoğunun Naziler tarafından yerle bir

edildiğini görecekti. İşin ilginci, Naziler Klein'ın görüşlerini pek çok yönüyle benimsemişlerdi. Yine de Klein, Alman matematik eğitiminde gerçekleştirilen reform hareketinde sahip olduğu liderlik konumu ve kısmen de Amerikan matematik araştırma çevresinin gelişmesinde oynadığı rolle kalıcı bir miras bırakmıştır. Çok ciltlik *Enzyklopädie der mathematischen wissenschaften mit einschluss ihre Anwendungen* (Uygulamalarıyla Birlikte Matematik Bilimleri Ansiklopedisi) adlı eserin yazı işleri sorumlusu Klein'ın eski öğrencisi von Dyck olsa da bu büyük projeyi tasarlayan, katkıda bulunanların çoğunu seçen ve mekanik üzerine dört cildi bizzat düzenleyen Klein'dı. Berlinlilerin hiçbiri esere önemli katkılarda bulunmamıştı. Klein ayrıca daha önce birkaç alıntı yapmış olduğumuz on dokuzuncu yüzyılda matematiğin gelişimine ilişkin iki ciltlik bir rapor hazırlamıştı. Cantor'dan yalnızca laf arasında bahseden rapor tarihçilerin gözünde yanlı bir çalışmadır. Zamanında çok sayıda kitabında ayrıntılı ispatlara yer vermemesi nedeniyle eleştirilse de Klein usta bir yorumcuydu. Anlatı tarzı matematiğin genelde yazılma şeklinden çok farklıydı.

Klein gür, dalgalı kahverengi saçlara, dikkat çekici parlaklıkta açık mavi gözlere ve dik bir duruşa sahip ince, uzun boylu biriydi. Erlangen dönemi sırasında Ağustos 1875'te bir felsefecinin torunu güzel Anne Hegel'le evlendi. Çiftin bu evlilikten bir erkek, üç kız çocukları oldu. Ne yazık ki Anne duyma yetisini hızla kaybetti. Bununla birlikte kesinlikle müzik kulağına sahip olmayan Klein'ın işitme duyusuysa olağanüstü keskindi. Klein yaşamının son yıllarında oğlunu Birinci Dünya Savaşı'nda kaybetmenin üzüntüsünü yaşadı. Sahip olduğu pek çok payenin yanında Klein 1912'de, kırk yıl boyunca yabancı üyesi olduğu Royal Society of London'ın en üstün payesi Copley Madalyası'na layık görüldü.

Klein'ın doğumu 1848 devriminin parçalanmasına, yaşamı Prusya'nın Almanya üzerindeki artan hâkimiyetine ve son hastalığı da Almanya'nın çöküşüne denk gelmişti. Zaman zaman ciddi uyarılar yapan kronik sinir hastalığı yavaş yavaş ama kaçınılmaz olarak Klein'ı halsiz bıraktı. Klein bu hastalığın kısmen anne tarafından kalıtımsal olduğunu kısmense dizginlenemeyen zihinsel

enerjisinden kaynaklandığını düşünüyordu. Bu enerjisi öylesine tükenmezdi ki tamamıyla yardıma muhtaç olarak geçirdiği yaşamının son iki yılında bile hiç şikâyet etmeyerek berrak bir zihinle ölümüne dek baskı provaları üzerinde çalışmaya ve bunları düzeltmeye devam etti. Felix Klein yetmiş beş yaşında, 22 Haziran 1925 Pazartesi günü akşam sekiz buçukta hiç acı çekmeden yaşama veda etti.

Sonya Kovalevskaya (1850-1891)

Kadın matematikçilere ait ikinci yaşam öykümüzün kahramanı, meslek yaşantısında karşılaştığı tüm engelleri aşmış gibi göründüğü bir dönemde maceralı yaşamı son bulan, Weierstrass ve Mittag-Leffler'in koruması altındaki bir Rus'tur. Genç sayılabilecek bir yaşta yaşama veda etmesine karşın ilk kez olarak yalnızca kişiliğiyle değil yeteneğiyle de daha önce hiçbir kadının yer almadığı araştırma çevresinin bir üyesi olarak kabul görmüş bir kadın matematikçiden söz edeceğiz. Onun zamanında Avrupa üniversiteleri nihayet kapılarını kadınlara açmaya başlamıştı.

Geleceğin matematikçisi Sofiya Vasiliyevna Krukovskaya, Gregoryen takvime göre 15 Ocak 1850'de Moskova'da dünyaya

geldi. Sofiya'nın baba tarafı Rusya'nın Avrupa'daki topraklarının batısından gelen düşük soylu sınıfına mensup sıradan bir aileydi. Almanya göçmeni olan anne tarafındaysa entelektüel seçkinliğe sahip kişiler vardı. Örneğin, Sofiya'nın anne tarafından üçüncü kuşak dedelerinden biri Gauss, Laplace ve dönemin diğer büyük matematikçileriyle iletişim halinde bir Sen Petersburg Akademisi üyesiydi; astronomi, jeodezi ve coğrafya alanlarında kitaplar yazmış dedelerinden biri de akademinin onursal üyesiydi.

İyi bir piyanist olan Sofiya'nın annesi Yelizaveta Fyodorovna (kızlık soyadı Schubert) arkadaş canlısı bir kadındı. Yine de o dönemdeki Rus kadınları gibi o da çok az okul eğitimi almıştı. Yelizaveta günlüğünde kendisinden yirmi yaş büyük ilgisiz ve kayıtsız kocasından acı acı bahseder. Yelizaveta kocasına bir oğlan ve iki kız çocuğu vermiştir. Büyük kız Anna aile içinde Aniuta adıyla çağrılırken Sofiya kendisine ileride de sürekli kullanacağı Sonya adını vermişti. İki kız kardeşin eğitimleri Polonyalı bir özel öğretmen ile katı bir İngiliz mürebbiyenin ellerine teslim edilmişti.

Bundan böyle kendi seçtiği adını kullanacağımız Sonya'nın babası, İngilizce ve Fransızcayı akıcı biçimde konuşabilen iyi eğitim almış biriydi. Babasının general olarak görev yaptığı Rus topçu birliğinden 1858'de emekliye ayrılması üzerine aile Sen Petersburg ile Kiev arasında yer alan Palibino'daki arazilerine yerleşti. Sonya'nın babası kendisine bir soyluluk unvanı sağlayan ve il için önemli bir konum olan polis müdürlüğü görevini yapmaktan son derece memnundu. Taşraya taşınmalarından önce Sonya sekiz yaşına dek ailesiyle Moskova'nın güneyindeki Kaluga'da yaşamıştı. Otobiyografik çalışmasında da değindiği gibi taşınmanın Sonya açısından etkileyici bir sonucu olmuştu: "Kaluga'dan taşraya taşındığımızda bütün ev boyanmış ve duvarlar kâğıtlarla kaplanmıştı. Sen Petesburg'dan sipariş edilen duvar kâğıtlarının miktarı doğru bir şekilde hesaplanmadığından bir oda için kâğıt kalmamıştı. Diğer tüm odalar bir düzene girdiğinden çocuk odasının duvarlarında özel kâğıtlar olmasa da olur diye düşünülmüştü." Böylece çocuk odasının duvarlarında çatı katında duran kâğıtlar kullanıldı. Büyük bir şans eseri kullanılan kâğıtların üzerinde,

analizci M. V. Ostragradskiy'in babasının gençliğinde eline geçen taşbaskıyla basılmış analiz dersi notları vardı. Sonya şöyle devam ediyor: "Üzerleri, anlamlarını bilmediğim ama çok bilgece ve ilginç bir şeyleri ifade ettiğini hissettiğim bir tür hiyeroglif yazıyla benek benek olmuş bu zamanla sararmış sayfaları incelerken çok eğleniyordum. Saatlerce duvarın kenarında durup orada yazılanları okuyor, okuyor, okuyordum. Duvarın en göze çarpan yerindeki kâğıt parçası üzerinde sonsuz küçük ve limit kavramlarına ilişkin açıklamalar olduğunu çok iyi hatırlıyorum."

Küçük kardeşinin taptığı, zevk peşinde koşan Aniuta kısa öyküler yazmaya başlamıştı. Öykülerinden ikisini Fyodor Dostoyevski'ye göndermiş, bu öykülerden etkilenen Dostoyevski de öykülerin basılmasını sağlamıştı. Aniuta babasıyla yaşadığı tartışmaların sonrasında yazarı evlerine davet etmeyi başarmıştı. Dostoyevski'nin yirmi iki yaşındaki Aniuta'ya evlilik teklifinde bulunduğu ama geri çevrildiğine dair güçlü kanıtlar mevcuttur. Daha sonra Sonya, kendi çocukluğuna dayandığı anlaşılan *Çocukluk Anılarım* adında başarılı bir roman yazmıştı. Sonya ayrıca denemeler, tek perdelik oyunlar ve başka edebi eserler kaleme almıştı.

Sonya'nın biri biyolojiyle ilgilenen bir diğeriyse matematiğe merak duyan iki amcası vardı. Belki de bu nedenle Sonya her iki alan üzerinde birden çalışmaya başladı. Matematik daha ağır basacaktı. Fizikçi Nikolay Nikanoroviç Tirtov aile dostlarıydı. Tirtov'un içinde trigonometri bilgisi de bulunan bir kitabını okuyup çok zekice yorumlar yapması üzerine Tirtov Sonya'nın babasını küçük kızının yüksek matematik eğitimi alması için sıkıştırdı. Kadınların eğitim alması konusunda önyargılı olan babası yine de on yedi yaşındaki Sonya'nın Sen Petersburg'da analiz üzerine özel dersler almasını sağladı. Hocası, Sonya'nın çocuk odasındaki duvar kâğıtları sayesinde kavramları bellemesindeki hızından şaşkınlığa uğradı.

Rusya'da kadınlar için yüksek eğitim ya da mesleki yaşantıda bir yer şansı bulunmadığından Aniuta ile Sonya eğer ilerlemek istiyorlarsa ülkeden ayrılmaları gerektiğine karar verdiler. Bir kadın ancak kocası ya da en azından bir şaperon* eşliğinde seyahat edebildiğin-

---

* Genç kızlara eşlik eden yaşlı kadın. (ç.n.)

den zorunlu seyahat belgelerinin elde edilmesi bir sorun yaratıyordu. Genellikle uygulanan yöntem formalite evliliği yapmaktı. Bu evliliğin yasal olarak geçerli olmasının dışında başka hiçbir amacı yoktu. Bu rolü oynaması için radikal görüşlere sahip Vladimir Onufrieviç Kovalevskiy adında genç bir yayıncı buldular. Alt sınıfa mensup bir aileden gelen komşuları Kovalevskiy, Batı Avrupa'ya çokça gitmiş biriydi. Kovalevskiy seyahatleri sırasında sürgünde yaşayan, radikal görüşlere sahip Aleksandr Herzen'le tanışmış ve bu da çarın ajanlarınca sürekli olarak takip edilmesine yetmişti. Rusya'ya döndüğünde bilimsel eser yayıncılığına başlasa da Herzen'in tartışmalı *Kabahat Kimde?* adlı eserini yayın listesine ekleyince sansür memurları devreye girerek eserin tüm kopyalarını imha etti.

Sonya ile Vladimir Kovalevskiy'in formalite evliliği, on sekiz yaşındaki Sonya'nın babasından gelen güçlü itirazlara karşın Eylül 1868'de gerçekleşti. Bu andan itibaren Sonya'nın soyadı Kovalevskaya olmuştu. Ertesi yıl iki kız kardeş, Vladimir'le birlikte Rusya'dan ayrılarak Viyana'ya gitti. Aniuta burada Heidelberg'e giden Sonya ve Vladimir'den ayrılarak bazı siyasi eylemcilerle ilişki kurmak üzere Paris'e geçti.

Kovalevskaya hiçbir zorlukla karşılaşmadan üniversitede derslere katılma izni elde etti. Sonuç olarak Bunsen, Helmholtz ve Kirchhoff'la fen bilimi, Weierstrass'ın eski öğrencileri Du Bois-Reymond ve Königsberger'le de matematik üzerine çalıştı. Sonya'nın üniversitedeki ders programı hayli ağır olmasına karşın yeni evliler İngiltere'ye gitme fırsatı buldu. Vladimir burada biyolog Charles Darwin ve Thomas Huxley'le buluşurken Sonya, pek çok ortak noktaları olduğunu gördüğü –kadın– yazar George Eliot'la tanıştı. Sonya, felsefeci Herbert Spencer'la da kadınların soyut düşünce kapasitelerine ilişkin bir tartışmaya girdi.

Kısa süre sonra formalite evliliğinde bazı sorunlar yaşanmaya başlanınca çift, zaten ilk başta olması gerektiği gibi ayrıldı. 1870'in sonbaharında Kovalevskaya, Weierstrass'la bizzat ilişkiye geçmek için Berlin'e gitti. Sınamak amacıyla sorduğu sorulara verdiği yanıtlardan etkilenen Weierstrass, Kovalevskaya'ya üniversitede verdiği derslerle hemen hemen aynı kapsama sahip özel dersler

vermeye başladı. Berlin'deki kurallar gereğince kadınların üniversitedeki derslere katılması yasaktı. Kovalevskaya daha sonra şöyle diyecekti: "Bu dersler matematik kariyerimde mümkün olan en derin etkiyi yapmıştı. Nihai olarak ve geri dönüşü olmamak üzere bilimsel çalışmalarımda takip edeceğim yolu bana gösterdi. Tüm çalışmalarımı tamı tamına Weierstrass ruhuyla gerçekleştirdim."

Weierstrass Sonya'yla tanıştığında Sonya yirmi, kendisi elli beş yaşındaydı. Weierstrass'ın Kovalevskaya'nın bilimsel ve kişisel ilişkilerindeki konumu olağan öğrenci-öğretmen ilişkisinin çok ötesine geçmişti. Weierstrass onda "düşüncelerinde yer alan canlandırıcı, şevkli bir katılımcı" bulmuş ve "onunla yaptığı konuşmalarda görüşleri iyice netleşmişti". 1873'te tatilden Kovalevskaya'ya şöyle yazmıştı: "Burada kaldığım süre boyunca sık sık seni düşündüm. Seninle birlikte burada, bu muhteşem doğa manzarası içinde yalnızca birkaç hafta geçirmenin nasıl olacağını hayal ettim, sevgili dostum. Ne kadar da mükemmel olurdu. Sen ve senin o yaratıcı zihnin, senin coşkunla ben harekete geçiyor ve tazeleniyorum. Sonlu ve sonsuz uzaylarla, güneş sisteminin kararlılığı, hatta matematik ve fizikteki geleceğin tüm büyük problemlerine ilişkin bir çözüm getirmemizi bekleyen pek çok bilmeceye ilişkin rüyalar ve hayaller. Yine de ben çok önceleri her güzel rüyanın illa ki gerçekleşmeyeceğini kabullenmeyi öğrendim." Weierstrass'a göre onun tüm yaşamı boyunca çok yakın olmuşlardı. "Bilimin yüce hedeflerine yönelik böylesine bir anlayışı bana kazandıran, meramıma ve en temel ilkelerime senin gibi büyük bir neşeyle uyum sağlayan başka biri olmamıştı." Yine de ilişkileri sorunsuz devam etmedi. Kovalevskaya'nın sosyalist çevrelerle bağlantıları, edebiyat çalışmaları ve kadınların erkeklerle eşit haklara sahip olması için verdiği çaba Weierstrass'ın itirazlarına maruz kalmıştı. Kovalevskaya, Weierstrass'ın pek çok mektubuna yanıt vermez olmuştu. Bir ara Kovalevskaya tam üç yıl boyunca Weierstrass'a yanıt yazmamıştı.

Bu arada Sonya Kovalevskaya'nın kardeşi Aniuta, aralarında beraber yaşadığı Victor adlı birinin de olduğu Parisli radikallerle giderek daha içlidışlı olmuştu. Yetkililerle başları öylesine büyük

dertlere giriyordu ki Victor her an yargısız infaza uğrayabilirdi. Sonya ve Vladimir, Aniuta ve Victor'un kaçmalarına yardım etme umuduyla büyük güçlüklerle o zamanlar kuşatma altındaki Paris'e girdi. Birkaç aylığına Paris Komünü'nde yaşama şansı elde ettiler. Kovalevskaya'nın anne ve babası da Aniuta'yı merak ettiklerinden Paris'e gelmişti. Babası askeri çevrelerdeki nüfuzunu kullanarak Victor'un İsviçre'ye, Aniuta'nın da İngiltere'ye kaçmasını sağladı. Aniuta daha sonra İsviçre'ye geçti ve çift burada evlendi.

Bu çarpıcı olayların ardından Kovalevskaya Berlin'e dönerek Weierstrass'la yaptıkları matematik çalışmalarına kaldığı yerden devam etti. Weierstrass'ın yönetiminde Kovalevskaya diferansiyel denklemler kuramı üzerine araştırmalarına başladı. Weierstrass, Kovalevskaya'ya her türlü desteği veriyordu ve ona gönderdiği mektuplara bakılırsa Weierstrass duygusal bir yakınlık da hissediyordu. Weierstrass Universität Berlin rektörlüğüne getirilince Kovalevskaya artık birlikte çalışacak zamanları olmayacağından endişe etse de bu korkusu gerçekleşmedi. Weierstrass, doktora yapması konusunda Kovalevskaya'yı teşvik etse de bunun Berlin'de gerçekleşmesi mümkün değildi. Georg-August'taki düzenlemeler kadınları dışlamadığından 1874'ün sonbaharında Kovalevskaya'ya gıyabında *Summa cum laude** derecesi verildi. Kovalevskaya diferansiyel denklemler üzerine yaptığı çalışmaların yanı sıra Abel integrallerine ilişkin bir makaleyle birlikte Weierstrass'a düşünce olarak bağımlı olmadığını gösteren bir konuda, Satürn halkalarının şekli üzerine bir başka makale teslim etti.

Kovalevskaya'nın elde ettiği asıl sonuçlar ise ertesi yıl Crelle'in *Journal*'ında yayımlandı. Bu yayınla Kovalevskaya'nın Cauchy'nin çalışmalarından esinlendiği görülse de Weierstrass bunun farkında değildi. Ayrıca, Darboux'nun çok kısa bir süre önce açıkladığı sonuçlarla da bir çakışma söz konusuydu. Neyse ki bir öncelik tartışması yaşanmadı. Diferansiyel denklemler kuramı açısından önemli olan ana sonuç genellikle Cauchy-Kovalevskaya teoremi olarak adlandırılmaktadır.

---

* En yüksek onur dereceli diploma sahibi. (ç.n.)

Kovalevskaya artık neredeyse yirmi beş yaşına gelmişti. 1873'te yeniden bir araya gelen Kovalevskaya ve kocası birlikte bir gelecek planı yapmaya başlamışlardı. Vladimir de doktora derecesi elde etmişti. Yedi yıl süren platonik bir ilişkiden sonra nihayet gerçek anlamda evli bir çift olmuşlardı. 1874'ün sonbaharında Rusya'ya döndüler. Bilimcilerin sanatçı, üniversite hocası, yazar ve idealistler kadar yer almadığı Sen Petersburg aydın kesimi tarafından hoşça ağırlandılar. Radikal çevrelerden hemen hemen hiç kopmayan çift, zamanlarının çoğunu genellikle sonuçsuz kalan reform projelerine ayırdı. Kovalevskaya kendi deneyimlerine dayanarak romanlar yazmaya devam etti. *Nihilist Kız* adlı eser de bu romanlardan biriydi.

Ne var ki Sonya ve Vladimir için kendi ülkelerinde yaşayacakları düş kırıklığı uzakta değildi. Almanya'dan doktora derecesine sahip olunsa bile Rusya'da temel düzeyin üstünde eğitim verebilmek için kadınların girmesine izin verilmeyen resmi sınavdan başarıyla geçmek gerekiyordu. İlk denemesinde sınavı geçemeyen Kovalevskaya'nın kocası 1875'te başarılı oldu. Buna rağmen uygun gördüğü bir göreve getirilmesini sağlayamadı. Vladimir, kendi servetini oluşturma umuduyla yasallığı kuşkulu ticaret spekülasyonları yapmaya başladı.

Bildiğimiz gibi o dönemlerde Kovalevskaya'nın ziyaretine Weierstrass'ın takipçisi, genç İsveçli matematikçi Mittag-Leffler gelmişti. Mittag-Leffler daha sonra şöyle diyecekti: "Sen Petersburg'da benim en çok ilgimi çeken şey Kovalevskaya'yla tanışmam oldu... Büyüleyici bir kadın. Çok güzel ve konuştuğunda yüzüne yayılan kadınsı iyilik ve yüksek zekâyla tam anlamıyla baş döndürücü. Bilgiçlik taslamayan ve gösterişten uzak davranışları sade ve doğal. O tam bir 'dünya kadını'. Öğreticiliğine gelince, olağanüstü bir açıklığa ve kesin ifadelere sahip biri... Weierstrass'ın onu niye en yetenekli öğrencilerinden biri olarak gördüğünü şimdi daha iyi anlıyorum."

1878'de Kovalevskaya, Sofiya Vladimirovna ya da aile içindeki adıyla Fufa isminde bir kız çocuğu dünyaya getirdi. Bir meslek sahibi olamamanın sıkıntısı ve kendisini büyük bir borç batağına sokan iş ortaklarının birer dolandırıcı olduğu anlayan Vladimir işe ve insanlara yönelik tüm ilgisini kaybederek kendini toplumun dışına itti. Buna karşılık eğitimi için verdiği çabaların boşa gitmeme-

si gerektiğini düşünen Kovalevskaya yeniden matematik çalışmalarına döndü. Daha önce de gördüğümüz gibi yeteneklerinden çok etkilenen Mittag-Leffler Kovalevskaya'ya Helsingin Yliopisto'da bir görev ayarlamaya çalışmış ama bunda başarılı olamamıştı.

Kovalevskaya kocasını kızı Fufa'yla birlikte Rusya'da bırakarak 1881'de Berlin'e döndü. Burada Weierstrass, Kovalevskaya'ya yeni bir çalışma konusu önerdi. Bu arada Mittag-Leffler de hâlâ Kovalevskaya'ya bir görev ayarlama çabalarını sürdürüyordu. Kovalevskaya ertesi yıl kızı Fufa'yı Odessa'daki akrabalarına bırakarak Paris'e gitti. Bu arada kocası umutsuzca mali sıkıntılarından kurtulmaya çalışıyordu. En sonunda 27 Nisan 1883'te kendi yaşamına son verdi. Sonya bu olayın ilk etkisinden kurtulur kurtulmaz Rusya'ya döndü. İşlerini düzene koyarak kocasının adının temize çıkmasını sağlarken kızı için de geçici bazı düzenlemeler yaptı.

Yaklaşık bu zamanlarda Avrupa'daki bazı üniversiteler kadınları öğretim kadrolarına katmaya başlamışlardı. Bu alanda İsveç ilk ülkelerden biriydi. Daha önce gördüğümüz gibi Mittag-Leffler, Kovalevskaya'yı geçiş yaptığı Stockholm'deki Høgskola'ya aldırmayı başarmıştı. Böylece Kovalevskaya Stockholm'e giderek Høgskola'da *privatdozent* olarak çalışmaya başladı. Sınıfta bulunmaya alışık olmayan ve akıcı bir şekilde Almanca konuşamayan Kovalevskaya ilk başlardaki güvensizliğini çabuk yendi. Dönem sonunda öğrencileri onun onuruna kadeh kaldırırken çerçevelettikleri bir resmini de hediye etmişlerdi. Büyük olasılıkla hediye edilen fotoğraf bu yaşam öyküsünde kullanılanın aynısıydı. Çok başarılı geçen deneme döneminin ardından Mittag-Leffler, Kovalevskaya'ya beş yıllığına profesörlük görevi vermeleri konusunda Høgskola'yı kolayca ikna edebilmişti.

Kovalevskaya aynı zamanda *Acta*'nın ilk editörlerinden biri olmuştu. O zamanlar Stockholm'ün matematik açısından durgun ve sıkıcı bir yer olmasına karşın Berlin ve Paris'e ara sıra gerçekleştirdiği seyahatlerle desteklenen *Acta*'da yaptıkları sayesinde Kovalevskaya, dönemin önemli pek çok matematikçisiyle ilişki içinde olabiliyordu. Kovalevskaya başlangıçta İsveç başkentinde hayli mutluydu. İşleri iyi gidiyordu. Sosyal yaşamda heyecan uyandıran bir kadın, sonu gelmeyen yemekli davetlerin yıldızıy-

dı. Kızını Rusya'da bırakmış olması bazı olumsuz yorumlara yol açsa da bir dul olarak ağırbaşlı İsveç toplumunda, hayatta olan bir eşten ayrı yaşayan bir kadının görmeyeceği bir kabul görüyordu. Mittag-Leffler'in kız kardeşi Anne-Charlotte'yle yakın arkadaş oldular. Birlikte *Mutluluk Mücadelesi* adında bir oyun yazdılar. Oyun, Moskova'da sahnelendiğinde büyük beğeni topladı. Kovalevskaya muhabir üyesi olduğu Sen Petersburg Akademisi'nin kendisini tam üyeliğe seçeceği umudunu taşısa da bu üyeliğe karşı çok fazla muhalefet vardı.

Kovalevskaya'nın bir süredir hasta olan kardeşi Aniuta'nın sağlığı 1886'nın yazında daha da bozulmuştu. Aniuta ve kocası Rusya'dan sınır dışı edilince Paris'e gitmiş, burada geçirdiği başarısız bir ameliyat sonrasında da Aniuta yaşamını yitirmişti. Tam da bu zamanlarda Kovalevskaya Høgskola'daki beş yıllık profesörlük görevinin sonlarına yaklaşmaktaydı. Büyük şans eseri, Académie Royale des Sciences'ın itibarlı Bordin Ödülü'nün 1888'deki yarışma konusu katı cisim hareketiydi ve "Kovalevskaya zirvesi" olarak adlandırılacak kuramı geliştirdiği çalışması Kovalevskaya'ya uluslararası bir ün getirmişti. Ertesi yıl Høgskola'nın sürekli kadroda profesörlük vermesiyle Kovalevskaya'nın geleceği garanti altına alınmış oldu.

Ancak özellikle kız kardeşi Aniuta'nın ölümü olmak üzere geçen birkaç yılda olanlar Kovalevskaya'yı bir hayli hırpalamıştı. Kızı Fufa'yı Mittag-Leffler'lerde bırakan Kovalevskaya 1890'ın ilk bölümünü yeniden sağlığına kavuşmaya çalıştığı Paris'te geçirdi. Güz dönemi için yeniden Stockholm'e dönse de tatilde Cenova'ya gitti. Dönüş yolculuğunda muhtemelen grip yüzünden hastalandı. Sonya Kovalevskaya 10 Ocak 1891'de akciğer enfeksiyonu nedeniyle kırk yaşında yaşamını yitirdi. En olgun dönemindeki bu zamansız ölümü Weierstrass'ı çok kederlendirmişti. Kovalevskaya'nın kendisine yazdığı tüm mektupları yaktı. Yalnızca Stockholm'e varışını haber verdiği ve yaşamının son yıllarını geçirdiği bu kente ait ilk izlenimlerini anlattığı mektup yanmaktan kurtuldu. Kovalevskaya'nın elde ettiği başarılar akademi kapılarının kadınlara açılmasında çok etkili oldu. Sonya Kovalevskaya'yı tanımış olan herkes onu üstün tabiatlı, yaratıcı bir kadın olarak hatırlamaktadır.

Henri Poincaré (1854-1912)

On dokuzuncu yüzyılda matematiğin gelişimi bir devin ilham vermesiyle başlamış bir başka devle de noktalanmıştı. Poincaré matematiğin pek çok dalını dönüştürürken matematiksel fizik, özellikle de gökcisimleri mekaniğine büyük katkılarda bulundu. Yüz yıl önce Gauss'un yapmış olduğu gibi o da hep yalnız çalıştı, çok az öğrencisi oldu ve hiç okul kurmadı ama Gauss'un aksine bol bol yayın yaparken pek çok ortamda matematik, bilim ve felsefe üzerine yazdı, konuştu.

Poincaré'nin anne ve babası kuşaklar boyunca Lorraine'de, özellikle de Nancy kentinde yaşamış burjuva ailelerden geliyordu. Ailenin önceki kuşaklarında seçkin bilginler çıkmıştı. Kuzeni Raymond

Poincaré, Fransa başbakanlığı ve Birinci Dünya Savaşı sırasında da cumhurbaşkanlığı görevlerinde bulunmuştu. Tam adıyla Jules Henri Poincaré 29 Nisan 1854'te Nancy'de dünyaya geldi. Babası Léon doktorluğun yanı sıra Nancy Université'de tıp fakültesinde profesörlük görevini sürdürüyordu. Henri ve kız kardeşi Aline'in eğitimleri ilk başlarda anneleri tarafından verildi. Poincaré daha sonra matematik yeteneğinin anneannesine dek uzandığını keşfedecekti. Beş yaşında geçirdiği difteri nedeniyle neredeyse bir yıl boyunca konuşamadı. Bu durum bir yandan sağlığını zayıflatırken çocukluğun coşkulu oyunlarına katılamadığı gibi sekiz yaşında ilk kez okula gittiğinde de diğer çocukların onunla alay etmesine neden oldu. Euler ve Gauss gibi Poincaré de olağandışı bir hafızaya sahipti ama hem motor koordinasyonu zayıf hem de aşırı derecede miyoptu.

Poincaré huzurlu bir akademik ortamda büyüdü. Okumaya ve çalışmaya ayırabileceği bolca vaktinin olması hızlı bir ilerleme kaydetmesini sağladı. Okulda sıra dışı yeteneği ilk Fransızca kompozisyon dersinde fark edilse de okulu bitirdiğinde muhteşem matematik yeteneği açıkça ortadaydı. Sınıf arkadaşı Appell onu şöyle hatırlıyor: "Kendi düşüncelerine dalıp giderdi. Konuştuğunda gözleri bir yandan bir iyilik ifadesiyle dolarken bir yandan da kötü niyetli ve derinden bakar gibi olurdu. Aralarında uzun sessizlikler olan kısa, kesik kesik cümleleri karşısında şaşkınlığımı gizleyemezdim." Fransa-Prusya Savaşı'nda memleketi Alsace-Lorraine Alman işgalinin en ağır darbesine maruz kalınca Ponicaré'nin okul yaşantısı da sekteye uğradı. Bu dönemde babasının seyyar hastaneyle katıldığı seferlere eşlik eden Poincaré ateşli bir Fransız yurtseverine dönüştü. Haber bültenlerini okuyabilmek için savaş sırasında Almanca öğrendi. Daha sonraki yaşantısında Alman matematikçilerle dostça ilişkiler sürdürdü.

Poincaré temel matematik alanındaki Concours Général'de birincilik ödülünü kazanırken 1873'te yapılan Ecole Polytechnique giriş sınavında da çok başarılı bir performansın ardından birinciliğe ulaştı. Ecole Normale Supérieure sınavlarına da girerek aday listesinde beşinciliğe yerleşen Poincaré çağdaşları Borel ve Hadamard'ın aksine mühendis olmak istediği için Ecole Polytechnique'i seçti.

Çizim ve deneysel çalışmalardaki beceriksizliği final sınavında elde edebileceği birinciliğe mal olsa da Poincaré Polytechnique'te de hızlı bir ilerleme kaydetti. Sonraki dört yıl boyunca Ecole des Mines'a devam etti. Maden mühendisliği diplomasını alırken bir yandan da diferansiyel denklemlerle tanımlanan fonksiyonların özellikleri üzerine daha sonra *Journal de l'Ecole Polytechnique*'te yayımlanan bir doktora tezi yazdı. Kısa süre maden mühendisi olarak çalıştıktan sonra kendini matematiğe adamaya karar vererek Normandiya'daki Université de Caen'de bir görev elde etti. Poincaré ilk önemli keşfi, otomorf fonksiyonlar kuramında Eukleides dışı geometrilerin varlığına Caen'de ulaşmıştı. Bu keşifle de Poincaré'nin Klein'la girdiği rekabet başlamış oldu. Poincaré'nin kendi açısından keşif yapma koşulları hayli ilgi çekicidir. Poincaré, Lazarus Fuchs'un çalışmalarında periyodikliğe sahip fonksiyonlarla karşılaşmasının ardından doğrusal kesirli dönüşümler açısından bu özellik üzerine düşünmeye başlamıştı. Poincaré diferansiyel denklemlerden kaynaklanan bu fonksiyonları analitik olarak anlamak için büyük çaba gösterirken beklemediği geometrik bir ilhamla şaşkına döndü. Olanları kendi sözlerinden okuyalım:

> On beş gün boyunca Fuchs fonksiyonları adını verdiğim fonksiyonların bir benzerinin olamayacağını ispatlamaya çabaladım. O zamanlar gözüm kapalıymış. Her gün bir iki saatimi geçirdiğim çalışma masama oturuyor, pek çok kombinasyon deniyor ve hiçbir sonuç elde edemiyordum. Bir akşam hiç alışkanlığım olmasa da sade kahve içtim. Uyku tutmuyor, düşünceler kafama üşüşüyordu. Tabiri caizse uygun kombinasyonu oluşturacak çift birbirini bulana dek çarpışma devam edecekti. Sabah olduğunda hipergeometrik serilerden türetilmiş bir Fuchs fonksiyonları sınıfının varlığını ortaya koymuştum. Yapmam gereken yalnızca sonuçları kâğıda dökmekti. Bu en fazla birkaç saatimi alacaktı.

Poincaré'nin bilinçdışının ortaya çıkardığı çalışmaların farkında olduğu anlaşılan bu deneyimine psikologlar "idrak dışı" adını vermektedir. Bu durum oldukça ender rastlanan bir olgu olmakla birlikte bilinçdışının yaratıcı işlerde rol oynadığı vakalar son de-

rece yaygındır. Aslında bir kişinin üzerinde düşündüğü bir problem olduğu durumlarda uykuya yatması sonucu genellikle uyanır uyanmaz bir çözüme ulaşacağı düşüncesi genel kabul görmüş gibidir. Bu tür konularla yakından ilgilenen Poincaré de kendi deneyiminden çarpıcı bir örnek vererek devam eder:

> Ecole des Mines'ın düzenlediği jeoloji gezisine katılmak üzere o zamanlar yaşadığım Caen'den ayrıldım. Seyahatin koşuşturması içinde matematikteki uğraşlarımı tamamen unuttum. Coutances'a* varışımızın ardından bir arazi gezisinden diğerine sürekli otobüslere biniyorduk. Otobüsün basamağına adımımı attığım bir anda kesinlikle daha önce hiç aklımda olmayan bir fikir geldi çattı. Fuchs fonksiyonlarını tanımlamak için kullandığım dönüşümler Eukleides dışı geometride kullanılanların aynısıydı. Bu düşüncenin doğrulamasını yapamadım. Zamanım olmadı çünkü otobüse bindiğim anda yarım kalan bir sohbete devam etmiştim. Ama yine de o an için eksiksiz bir kesinlik hissediyordum. Caen'e döndüğümde vicdanımı rahatlatmak için boş zamanımda sonucun doğrulamasını yaptım.

Poincaré'yi üne kavuşturan bu keşfi olmuştu. Keşiflerinin pek çoğunu genellikle etrafta gezinirken yapmıştı. Poincaré şöyle devam ediyor:

> Daha sonra pek başarı elde edemediğim ve daha önceki çalışmalarımla bağlantısı olduğundan en ufak bir şüphe duymadığım bazı aritmetik sorular üzerine çalışmaya daldım. Başarıya ulaşamamamın verdiği bezginlikle birkaç günlüğüne deniz kenarına giderek başka şeyler düşündüm. Kayalıkların üzerinde dolaştığım bir gün yine aynı kısa ve ani şekliyle dolaysız kesinlikte aklıma bir düşünce geldi. Belirsiz üçlü formların dönüşümü Eukleides dışı geometri dönüşümleriyle aynıydı.
>
> Caen'e döndüğümde bunun üzerine derinlemesine düşünerek bazı sonuçlara ulaştım. İkinci dereceden form örneği bana hipergeometrik serilere karşılık gelenlerden başka Fuchs grupları olduğunu gösterdi. Bu gruplara tetafuchs fonksiyonları kuramını uygulayabileceğimi ve böylece de hipergeometrik serilerden türetilenlerden başka tetafuchs fonksiyonları olduğunu

---

* Normandiya'da bir yerleşim yeri. (ç.n.)

gördüm ki o zamana dek bildiğim tek tetafuchs fonksiyonu bunlardı. Doğal olarak tüm bu fonksiyonları oluşturmaya koyuldum. Sistematik bir kuşatma planı güderek birbirinin peşi sıra tüm siperleri ele geçirdim. Yine de dayanan ve düşmesiyle tüm mevzinin düşmesini de beraberinde getirecek tek bir siper kalmıştı. Ama tüm çabalarım, içinde bir şeyler barındıran bu zorluğu daha yakından tanımam dışında bir şey sağlamadı.

Bu noktada askerlik görevimi yerine getireceğim Mont-Valerien'e gitmek için Caen'den ayrıldım. Bu nedenle çok farklı meşguliyetlerim olmuştu. Bir gün, caddenin karşısına geçerken bir anda beni durduran zorluğun çözümü aklıma geliverdi. Hemen bu fikrin peşinden gitmeye çalışmadım. Hatta soruya ancak askerlik görevimi bitirdikten sonra döndüm. Elimde tüm parçalar mevcuttu. Tek yapmam gereken bunları bir araya getirerek düzenlemekti. Böylece eksiksiz raporumu bir hamlede ve hiç zorlanmadan kaleme aldım.

Altında yatan geometrinin (ve kısa bir süre sonra da topolojinin) keşfi Fuchs fonksiyonlarına tamamıyla yeni bir bakış açısı kazandırdı. Sonraki birkaç yıl boyunca Poincaré bu düşünceleri geliştirmek için Klein'la girdiği dostça rekabetin içinde hararetli bir biçimde çalıştı. Poincaré'nin çalışma tarzına yönelik bazı çekinceler vardı. Poincaré'nin çalışmaları disiplinsiz görülüyor, kolay okunabilir olsa da eksikliklerinin olduğu düşünülüyordu ama yine de zekâsının parlaklığını herkes teslim ediyordu.

Poincaré 1881'de yirmi yedi yaşındayken Paris'e döndü. Aynı yıl benzer bir aile geçmişine sahip Jeanne Louise Marie Poulain d'Andecy'yle evlendi. Çiftin biri erkek, üçü kız toplam dört çocukları oldu. Sylvester'ın Poincaré'yi rue Gay-Lussac'daki "havadar tüneğinde" ziyaret etmesi de yaklaşık bu zamanlarda gerçekleşmiş olmalıdır. Sylvester, Poincaré'nin çalışma odasına ulaşmak için üç kat dar merdiveni zar zor çıktığında Cauchy'nin artık bir ardılının olduğunun habercisi bir yığın makalenin yazarı olarak "sapsarışın ve çok genç" bir oğlanla karşılaşmıştı.

Sylvester Poincaré'yi zamanla çok iyi tanıyacaktı. Bir keresinde Camille Jordan, Sylvester onuruna verilen bir yemek için Poincaré'nin de aralarında bulunduğu pek çok kişiyi bir araya toplamıştı. Poincaré eve vardığında ev sahibesini selamlamaya fırsat bulamadan dikkatini Sylvester'a kaptırmıştı: "Sana göstereceğim

çok güzel bir teorem var," diye söze başlayan Sylvester, teoremi hemen Poincaré'ye anlatmaya başlamıştı. O andan itibaren tek kelime etmeyen Poincaré yemeğini bir robot gibi yedi. Yemek sonrası dışarıdaki dünyanın yeniden farkına varan Poincaré, hızla Sylvester'ın yanına giderek "Ama teoremin yanlış!" diye haykırdı ve bunu da orada Sylvester'a kanıtladı.

İlk başta Poincaré Sorbonne'da yalnızca matematiksel analiz hocalığı yaparken 1886'ya gelindiğinde matematiksel fizik profesörü olmuş bir yandan da yaşamının sonuna dek elinde tutacağı olasılıklar analizi kürsüsüne getirilmişti. Yıllar içinde daha yüksek onurlara layık görüldü. 1887'de otomorf fonksiyonlara ilişkin çalışmaları nedeniyle Académie Royale des Sciences, altı yıl sonra da Bureau des Longitudes üyeliğine seçildi. Ertesi yılsa gelecekteki benzer payelerin ilki olacak olan Royal Society of London üyeliğine seçilirken daha sonra da aynı kurumun verdiği Sylvester Madalyası'nın ilk sahiplerinden biri olmuştu.

Çalışma başında yorulmak bilmeyen Poincaré'nin bir tasvirine yeğeninin Mittag-Leffler'e yazdığı bir mektupta rastlayabiliriz: "Paris'teki huzurlu çalışma odasında ya da Lozère'deki bahçesinin gölgesinde Henri Poincaré çizgili kâğıt destesinin önünde saatlerce otururdu. Yaprakların ince ve köşeli yazısıyla, hayret verici bir düzenle dolduğunu görebilirdiniz. Hemen hemen hiç silinti olmadan ve çok seyrek bir tereddüt yaşayarak. Birkaç gün sonra baskıya hazır halde uzun bir rapor tamamlanır ve amcam da o andan itibaren bu raporun geçmişte kaldığını düşünürdü. Editörlerden gelen düzeltmelere hızlıca bir göz atması için bile onu ikna etmek çok zordu..." Mektup şöyle devam ediyor: "Henri Poincaré'nin çoğu zaman düşüncelerini kendine sakladığı görülürdü. Diğer bazı bilimcilerin aksine sözlü iletişimin, sözlü fikir alışverişlerinin keşifleri kolaylaştıracağına inanmazdı. Amcam matematiksel keşfi, birlikte çalışma olasılığını tamamıyla dışlayan bir düşünce olarak görürdü. Keşiflerin yapılmasını sağlayan sezgi, ruh ve gerçek arasındaki aracısız görüş alışverişidir."

Poincaré çalışma yaşamının sonraki kısmında en çok kombinatorik topolojiyle ilgilendi. Daha önceden bilinen dağınık sonuçları dü-

zenleyerek ve sonraki yıllarda gerçekleştirilecek çalışmaların planını ortaya koyarak konuyu fiilen geliştiren Poincaré olmuştu. Topolojik düşünceleri kompleks analize ve mekaniğe yeni bir hayat vermekle kalmamış önemli ve yeni bir alanın da yaratılmasına olanak sağlamıştır. 1892 ile 1904 arasında yaptığı yayınlarla topolojinin etrafında geliştiği bir yöntemler ve kavramlar birikimi oluşturmuştu. 1901'de "Yaptığım her şey beni 'analysis situs'a getirmektedir," diye yazan Poincaré şöyle devam etmiştir: "Yüksek dereceli diferansiyel denklemlerle tanımlanan eğrilere ilişkin yaptığım çalışmaları sürdürebilmem için bu bilgiye ihtiyacım vardı. Bu bilgiye iki değişkenli düzensiz fonksiyonlar çalışmam için ihtiyacım vardı. Bu bilgiye çok katlı integrallerin periyodu çalışmam ve bu çalışmanın dürtme fonksiyonun geliştirilmesi için kullanılmasında ihtiyacım vardı. Bunun üzerine grup kuramında önemli bir problem aracılığıyla belli sürekli gruplarda ayrık grupların mı yoksa sonlu grupların mı olduğuna ilişkin araştırmayla 'analysis situs'a girdim."

Poincaré'nin büyük buluşlarından biri de diferansiyel denklemlerin nitelik kuramıydı. Dinamik sistemlerin uzun dönemli kararlılığı gibi sorulara ilişkin kuramı Poincaré "Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste" (Gök Mekaniğinde Yeni Yöntemler) adlı makalesinde kullanmıştı. Makale, Newton'un *Principia*'sından sonra gökcisimleri mekaniğindeki muhtemelen en büyük ilerlemeydi. Daha önce gördüğümüz gibi Poincaré'nin üç cisim problemine ilişkin raporu İsveç ve Norveç kralının himayesindeki uluslararası ödüllü yarışmanın kazananı olmuştu. Bu çalışma, Poincaré'nin aynı adı taşıyan, dinamik bir sistemdeki kaotik davranışın ilk matematiksel tanımının yer aldığı üç ciltlik eserinin temelini oluşturmuştu. Poincaré daha sonra yine benzer konuları kapsayan ama bu kez teknik açıdan daha az zorlayıcı *Leçons de mécanique céleste* (Gök Mekaniği Üzerine Dersler) adlı üç ciltlik bir eser yayımladı.

Poincaré, Weierstrass ekolüyle ilişkilendirilen patolojik fonksiyonlara karşı eleştirel yaklaşıyordu: "Mantık kimi zaman canavarlar yaratıyor. Elli yıldır bir amaca hizmet eden dosdoğru fonksiyonlara zorla ve mümkün olduğunca az benzetilmeye çalışılan yığınla

tuhaf fonksiyon görmekteyiz... Mantık açısından bu garip fonksiyonlar en genel olanları. Öte yandan aramadığınız halde karşınıza çıkan ve basit yasaları izleyen bazı fonksiyonlarsa küçük bir köşeden daha fazlasını oluşturmayan özel durumlar gibi görünüyor... Eski zamanlarda yeni bir fonksiyon icat edildiğinde bunun uygulamaya dönük bir amacı vardı. Bugünse fonksiyonlar atalarımızın akıl yürütmelerindeki hataları özel olarak göstermek amacıyla icat ediliyor ve zaten insan da bunlardan başka bir sonuç çıkaramıyor."

Poincaré yaşını aldıkça matematiğin doğasına ilişkin temel sorularla daha fazla ilgilenir olmuştu. Hilbert, Peano ve Russell'ın mantıksal ve rasyonel felsefelerini eleştiren bir dizi yazı kaleme almıştı. Çalışmaları bir noktaya kadar Brouwer'in kimi sezgici tartışmalarının habercisi gibiydi. Courant Yale'de yaptığı bir konuşmada Poincaré'nin ölümünden kısa bir süre önce Göttingen'e gelerek farklı konular üzerinde yaptığı konuşmalara değinmiştir. Bu konulardan biri elektromanyetik dalganın Dünya'nın etrafında ilerlemesine ilişkinken bir diğeri ise matematiğin temelleri üzerineydi. İkinci konuşma Cantorculuğa ve seçme beliti ile iyi sıralama ilkesinin kullanımına karşı sert bir konuşmaydı. Poincaré kibar olmaya çalışarak (istediğinde son derece kaba olabiliyordu) Cantor tavrına ve bu doğrultuda bir şeyler yapma eğilimine ateş püskürdü. Dinleyiciler arasında bulunan biri Poincaré'yi oldukça nezaketsiz, hafif kamburu çıkmış, sert kısa sakalları ve hüzünlü gözleri olan bodur biri olarak anlatmıştı.

Poincaré'nin kümeler kuramına ilişkin görüşleri yıllar içinde değişmiş gibi görünüyor. İlk olarak 1880'lerde Cantor'la ilişkilendirdiği ve bugün bizim nokta-küme kuramı olarak adlandırdığımız sonuç ve kavramları tanımlamak üzere *Mengenlehre* terimini kullanmıştı. Bu konular hakkında hayli coşkulu olan Poincaré 1885'te, yeni kurulmuş olan Société Mathématique de France'ın sekreterliğini yaptığı dönemde Cantor'u dernek üyeliğine önerdi. Poincaré'nin ilerleyen yıllarda nokta-küme kuramı açısından *Mengenlehre*'ye duyduğu şevkten pişman olduğunu düşündürecek hiçbir neden yok. Poincaré'nin Göttingen'de aleyhinde konuştuğu şey ise aksiyomatik kümeler kuramıydı.

Poincaré matematiğin tüm dallarında genel bir fikir sahibi olan evrensel matematikçilerin son örneklerinden biriydi. Konunun her alanında akıcı ve bol bol yazmasıyla benzediği Euler'i popüler yazılar söz konusu olduğunda gölgede bırakmıştı. Enstitünün edebiyat bölümü Académie Française'e 1908'de seçilmesi açıklayıcı çalışmalarının niteliği sayesinde gerçekleşmişti. Bu onura layık görülen diğer matematikçiler d'Alembert, Laplace, Fourier ve daha sonra olmak üzere de Picard'la sınırlıydı. Poincaré yirminci yüzyılın ilk yıllarında bilim ve bilim felsefesi üzerine çoksatar kitaplar yazdı. Tüm doğal zekâsına ve resmi eğitimine karşın matematik literatürüne karşı açık bir biçimde kayıtsızdı. Bu durumun bir sonucu olarak her yeni duyduğu konuyla ilgi alanı yeni bir doğrultuya çevriliyordu. Riemann ve Weierstrass'ın Abel fonksiyonları üzerine çalışmalarından haberdar olur olmaz bu konuya atıldı. Poincaré, Riemann'ın yöntemlerini "esas olarak bir keşif yöntemi", Weierstrass ve Dedekind'in yöntemlerini ise "esas olarak bir gösterme yöntemi" olarak tanımlamıştı.

Çalışmalarında önemli bir yer tutan sezgi, zaman zaman da olsa Poincaré'yi yolundan çıkarmıştı. Örneğin *analysis situs* üzerine yazdığı ilk makalelerde burulma olgusuna gereken önemi vermemişti. Ayrıca, örneğin bir teoremi ispatlarken manifoldun bir tanımını, bir başka teoremi ispatlarken de tamamen farklı bir tanımını, bu tanımların birbirine denk olduğunu göstermeden kullanma konusunda pek özen göstermemiş gibi görünüyor. Güçlü geometrik sezgisi Poincaré'nin kimi zaman kanıtların kılı kırk yaran katılığını yok saymasına yol açtığını söylemek gerekir. Burada yine de işin başka bir yönü var: Kendini matematiğin çok çeşitli alanından sürekli bir fikir akışı içinde bulan Poincaré eksiksiz çalışmalar yapmaya fırsat bulamıyordu. Söylenildiğine göre Poincaré için şu ya da bu teoremin kanıtının bütünüyle mantıksal bir tamamlama yoluyla yapılabileceğine sezgisel olarak ikna olması genellikle yeterliydi. Poincaré kanıtın tamamlanma işiniyse başkalarına havale ederdi.

Poincaré soyut matematik kısmındaysa özellikle diferansiyel denklemler, genel fonksiyon kuramı ve *analysis situs* olmak üzere konunun pek çok farklı alanında temel nitelikte katkılar yaptı. Bu

çalışmaların pek çoğunda hemen hemen doğrudan olası uygulama alanları amaçlanmıştı. Yaklaşık 500 civarındaki makalelerinin yetmişe yakını ışık, elektrik, kılcallık, termodinamik, ısı, elastisite ve telgraf sistemi gibi fizik problemleriyle yakından ilgiliydi. Özellikle kuramsal fiziğe büyük bir ilgi duyuyordu. Henüz 1899'da mutlak hareketin mümkün olmadığını öne sürmüştü. Ertesi yıl hiçbir şeyin ışıktan daha hızlı hareket edemeyeceği düşüncesini ortaya koydu. Bu iki kavram Einstein'ın ancak 1905'te açıkladığı özel görelilik kuramının tam merkezinde yer alıyordu ama Poincaré'nin bu kavramları tüm boyutlarıyla kestirebildiğine dair bir işaret bulunmamaktadır.

Poincaré sık sık bilimsel toplantılarda konuşma yapmaya davet edilirdi. Örneğin 1900'de iki haftalık bir zaman dilimi içinde İkinci Uluslararası Matematikçiler Kongresi'nde sezgi ve mantığın yeri üzerine yaptığı başkanlık konuşmasının yanı sıra Uluslararası Felsefe Kongresi'nde mekaniğin ilkelerine ilişkin ve Uluslararası Fizik Kongresi'nde de deneysel fizik ile matematiksel fizik arasındaki ilişki üzerine birer konuşma yaptı. 1903'te St. Louis'deki Uluslararası Sanat ve Bilim Kongresi'nde matematiksel fiziğin mevcut ve gelecekteki durumuna ilişkin bir konuşma yapmak için Atlas Okyanusu'nun karşı kıyısına geçerken Birleşik Devletler'in farklı yerlerini gezme fırsatı buldu.

Daha 1908'de Roma'da düzenlenen Dördüncü Uluslararası Matematikçiler Kongresi'nde hazır bulunanlar Poincaré'nin matematiğin geleceğine ilişkin konuşmasını yapmadan Paris'e dönmesi ve burada tedavi görmesi konusunda kaygılarını dile getirmişti. Poincaré 1911'de üç cisim probleminin periyodik çözümlerine ilişkin bir çalışmayı, tamamlayabilecek kadar yaşamayabileceği korkusuyla alışılmadık bir şekilde tamamlanmadan yayımladı. Daha sonra göreceğimiz gibi Poincaré'nin *Son Geometrik Teoremi*'nin ispatı Amerikalı genç matematikçi George Birkhoff tarafından ertesi yıl tamamlanacaktı. Henri Poincaré geçirdiği ameliyat sonrası yaşanan emboli nedeniyle 17 Temmuz 1912'de elli sekiz yaşında beklenmedik bir biçimde yaşamını yitirdi. Matematik dünyası, gelmiş geçmiş en büyük matematikçiler arasında yer alan döneminin en büyük matematikçisinin bu zamansız ölümü karşısında derinden sarsıldı.

David Hilbert (1862-1943)

Yeniden Almanya'ya dönüyoruz. İlham veren bir öğretmen olmasının yanı sıra büyük bir araştırmacı da olan Hilbert, Poincaré'nin ölümünden sonraki yıllarda matematik dünyasının muhtemelen en önemli isimlerinden biriydi. Göttingen'e öğrenci, öğretim üyesi ya da konuk olarak gelen pek çok kişi onun büyüsüne kapılmıştır. Bu kişilerden bazılarının anılarından Hilbert'in istisnai karizmasına ilişkin küçük bir fikir edinebiliriz. Hilbert matematiğin pek çok alanını tamamıyla değiştirip yeni araştırma alanları açarken ufuk açıcı yazıları da matematik dünyası üzerinde çok etkili olmuştur. Hilbert'in meslek yaşantısındaki en önemli aşama yirminci yüzyılın ilk çeyreğine denk gelmektedir.

David Hilbert, 23 Ocak 1862'de o zamanlar Doğu Prusya'nın en önemli kenti Königsberg yakınlarındaki Wehlau'da dünyaya geldi. Hilbert, ataları on yedinci yüzyılda Saksonya'daki Freiberg'e yerleşmiş orta sınıf Protestan bir aileden geliyordu. Hilbert'in ailesinin baba tarafı, Prusya krallarının taç giydikleri şehir olması itibariyle kendine özgü kültürel bir gelenek geliştirmiş başkentte birkaç kuşaktır iş hayatının içindeki kişilerdi. Hilbert'in babası Otto yargıçtı, annesi Maria Theresa (kızlık soyadı Erdtmann) ise matematiğe ilgi duyardı. Hilbert'in yeteneklerini anne tarafından aldığı söylenirdi. Geleceğin matematikçisi, çiftin tek oğullarıydı. Hilbert'in kız kardeşi yirmi sekiz yaşında doğum yaparken yaşamını yitirmişti.

Baba Otto Hilbert daha kıdemli bir yargıç olduğunda ailecek Königsberg'in merkezine taşındılar. David sekiz yaşında buradaki *Friedrichskolleg*'e kaydoldu. Burası klasik eğitimine önem veren geleneksel bir gramer okuluydu. Öğretilen az miktardaki matematik dışında hiç fen dersi yoktu. David Hilbert gibi birisi için bu okul Königsberg'deki en uygun yer değildi. Daha sonra yakın arkadaş olacağı kişiler daha ilerici bir kimliğe sahip Wilhelms Gymanasium'a gidiyordu. Hilbert gerçek yeteneklerini ancak bir yılını *gymnasium*'da geçirdiği okul yaşamının sona ermesinden sonra gösterebildi. Okulun ardından üç yıl Universität Königsberg'de eğitim gören Hilbert, alışılmış olduğu üzere kendi okulu dışında geçirilen iki öğretim dönemini de Heidelberg'de tamamladı.

O dönemlerde Universität Königsberg öğrencisi olan bir diğer kişi de bahsi Henry Smith'in yaşam öyküsünde geçen harika çocuk Hermann Minkowski'ydi. Hilbert'ten iki yaş küçük olmasına karşın akademik açıdan daha ileri düzeydeki Minkowski, Hilbert'in yol göstericisi gibiydi. Kurdukları dostluk uzun yıllar devam etti. Hilbert'in etkilendiği bir diğer kişiyse kendisinden üç yaş büyük, Göttingen'den mezun olmuş ve halen burada doçentlik görevini sürdüren Adolf Hurwitz'di. Hilbert'in öğrencilik yıllarındaki en önemli matematikçi Dedekind'in "Tek Değişkenli Cebirsel Fonksiyonlar" adlı raporunda birlikte çalıştığı yetenekli ve çok yönlü Heinrich Weber'di. Weber 1883'te üniversiteden ayrılınca yerine

π sayısının aşkınlığını ispatlamasıyla adını duyuran Lindemann getirildi. Lindemann birinci sınıf bir matematikçi olmasa da değişmezler kuramının da aralarında yer aldığı geniş bir yelpazede ilgi alanlarına sahipti. Hilbert de tezini bu konu üzerine yazmıştı.

Hilbert 1884'ün sonlarında doktora sınavını geçerek diğer merkezlere yapılan alışılmış ziyarete çıktı. İlk olarak uzun süreli bir dostluğun başlangıcının yaşandığı Leipzig'e Klein'ın yanına gitti. Daha sonra Hermite, Jordan, Poincaré ve daha pek çok matematikçiyle tanıştığı Paris'e geçti. Königsberg'e dönüş yolunda Kummer'in üniversitedeki görevini yakın bir zamanda devralan Kronecker'i görmek için Berlin'e uğradı. 1886'ya gelindiğinde Köningsberg'de altı yıl boyunca sürdüreceği *privatdozent* konumuna yükselmişti. Hilbert 1892'de Zürich'e giden Hurwitz'in yerine doçentliğe getirildi. Aynı yıl bölgesel bir tüccarın bağımsız düşüncelere sahip kızı Käthe Jerosch'la evlendi. Çiftin tek çocuğu Franz ertesi yıl dünyaya geldi. Bir tür akıl hastalığı bulunan ve yirmi bir yaşından itibaren sık sık akıl hastanesine yatan Franz hiç normal bir yaşam süremedi.

Hilbert'in bu dönemdeki asıl araştırma konusu değişmezler kuramıydı. Çalışmalarının sonucunu Chicago Matematik Kongresi'nde sunduğu bir makaleyle toparlayan Hilbert büyük sükse yapmıştı. Öncelikle İngiltere'de Cayley ve Sylvester ardından da Almanya'da Clebsch ve Gordan yoğun bir çabayla değişmezler tablosunu oluşturmaya çalışıyorlardı. İncelemeleri sonucunda değişmezler kümesinin her zaman için sonlu bir tabana sahip olduğu sonucuna varsalar da kullandıkları algoritmik yöntemlerle bu savı kanıtlamada sınırlı bir başarı elde ettiler. Hilbert, Dedekind'e dek uzanan görüşlerin yer aldığı bir soyut cebir gövde gösterisiyle bu savı birkaç sayfada kanıtladı. Gordan'ın bunu duyduğundaki tepkisi "Bu matematik değil, olsa olsa ilahiyattır," şeklindeydi.

Çok daha sonraları Courant, Hilbert'in bir problemle ilgilenme yöntemini şöyle anlatacaktı: "Hilbert bir ilke geliştirmiş ve bunu bilinçli bir şekilde kullanmış en somut ve sezgisel matematikçiydi. Ona göre eğer bir problemi çözmek istiyorsanız öncelikle problemi gerekli olmayan her şeyden arındırmanız gerekirdi. Basitleştirmek

gerekirse, problemi özüne dokunmadan mümkün olduğunca özelleştirin. Böylece problem etkisini kaybetmeden olabildiğince basitleşince problemi çözmek mümkün olacak. Genelleme yapmak üzerinde durulmayacak bir saçmalık. Bu ilke Hilbert ve bu ilkeyi ondan öğrenenler için son derece yararlı olmuştu ama ne yazık ki unutulup gitti."

Von Lindemann 1893'te Königsberg'den Münih'e gidince ondan boşalan yere büyük itirazlara karşın doçentliğinin ilk yılındaki Hilbert getirildi. Henüz otuz yaşına yeni giren Hilbert artık iyi bir üniversitenin profesörü konumundaydı. Bazı çekişmelerin ardından Minkowski de Hilbert'ten boşalan pozisyona getirilse de çok geçmeden o da Hurwitz'in ardından Zürich'e gitti. Königsberg'de geçirdiği on yıl içinde Hilbert sayılar kuramından fonksiyon kuramı, izdüşümsel ve diferansiyel geometri, Galois kuramı, hidrodinamik ve diferansiyel denklemlere değin pek çok konuda dersler verdi. Üstüne üstlük determinantlara ilişkin bir saatlik bir ders dışında aynı konu üzerinde iki kez ders verdiği hiç olmadı. Yavaş ve yapmacıksız konuşurdu. Verdiği derslerde her saatin ilk kısmını okullarda yapıldığı gibi bir önceki saatin özetine ayırırdı.

Hilbert doğup büyüdüğü kente derinden bir bağlılık hissetse de Königsberg'dekilerden daha iyi matematik öğrencilerinin bulunduğu başka bir yere gitme arzusu taşıyordu. Hilbert'ler her sabah tüm Avrupa'daki matematik profesörlerinin sağlık durumundan haberdar olabilmek için kahvaltı sırasında gazeteleri okurlardı. Profesörler açısından hayli sağlıklı geçen bir dönemdi. 1895'te Hilbert'in beklediği fırsat ayağına geldi. Bir matematikçi yaşamını yitirdiğinde bu, Alman üniversitelerinde profesörlerin ardı arkasına görev yerlerinin değişmesine yol açardı. Bu sürecin sonunda Klein, Hilbert'in adıyla özdeşleşen ve mesleki yaşantısının sonuna dek kalacağı Georg-August'ta görevlendirilmesini sağladı. Aynı zamanda Hilbert, Klein'in yürüttüğü *Annalen*'in baş editörlük görevini de üstlenmişti. Courant'a göre "Hilbert bu işi çok ciddiye alıyor, makaleleri tamamen hoşgörüsüz bir şiddetle reddediyordu. Hilbert, Carathéodory ve diğer benzer kişilerle editörlük görevini devam ettirdiği zaman boyunca *Annalen*, yüksek düzeyde hatta

belki de dünyanın en yüksek düzeydeki matematik dergisi olmuştu. Bu dergide bir makale yayımlatabilmek gerçekten büyük bir başarıydı." Hilbert'in meslek yaşantısında zirvede olduğu bu yıllarda nüfuzu gayet yerinde olsa da Klein çoktan araştırma yapmaktan uzaklaşmıştı. Klein'ın soyut ve uygulamalı matematiğin birleştirilmesinin önemine yaptığı vurgu, Hilbert'in sağlam bir aksiyomatik temelin esas olduğu ve sezgisel iddiaların pek değer taşımadığı görüşleriyle çelişiyordu.

İki matematikçi başka konularda da birbirlerinden ayrılıyordu. Hilbert'in aksine Klein profesörler ile öğrenciler arasındaki geleneksel mesafeli ilişkinin korunması gerektiğine inanıyordu. Courant'a kulak verelim:

> Eski kayıtlara göz atarsanız Göttingen çevrelerinde bir profesörün yarı tanrı olduğunu ve bu konumunun bir hayli farkında olduğuna görürsünüz. Hatta bu oyuna profesörün eşini de dahil edebilirsiniz. Hilbert Göttingen'e geldiğinde durum çok can sıkıcıydı. Kimi yaşlı profesörlerin eşleriyle karşılaştığında ona şöyle diyorlardı: "Yeni gelen matematikçiyi duydun mu? Buradaki tüm düzeni altüst ediyor. Geçen akşam bir lokantada *privatdozent*'lerle bilardo oynadığını duydum." Bir profesörün genç insanlarla arkadaş olmak için kendini küçültmesinin bütünüyle olanaksız olduğu düşünülüyordu. Ama Hilbert bu geleneği tamamen kırarak yeni bir bilimsel yaşam kurma konusunda önemli bir adım attı. Genç öğrenciler onun evine çay içmeye ya da yemek yemeye geliyorlardı. Frau Hilbert asistan ve öğrenciler için büyük ve zengin sofralar hazırlıyordu. Hilbert ormanda öğrencileriyle, aslında kim gelmek isterse onlarla birlikte matematik, siyaset ve ekonomi tartışmalarının yapıldığı saatler süren yürüyüşlere çıkıyordu.

Courant, Hilbert'in çalışırkenki halini de aktarıyor:

> Tüm zamanını bahçeyle uğraşarak geçiriyordu. Bahçe işleri ve diğer küçük işlerinin arasında neredeyse yedi metre uzunluğundaki kocaman yazı tahtasının başına geçiyordu. Tahtanın bulunduğu yerin üstü kapalı olduğundan yağmur yağsa da Hilbert tahta boyunca bir aşağı bir yukarı yürüyebiliyordu. Çiçek tarhlarını çapalıyor sonra yine matematiğine geri dönüyordu. İnsan bütün gün boyunca onu izleyebilirdi. Beşinci kattaki öğrenci odamın

> penceresinden Hilbert'i bahçesinde çalışırken seyredebiliyordum. Bisikletinin üstünde küçük hünerlerini gösterirdi. Hilbert çevresindeki öğrenci ve meslektaşlarıyla birlikte son derece mütevazı ve hoş bir yaşantıya sahipti. Yaşantısı onunla temasa geçen herkese ilham verirdi.

Hilbert değişmezler kuramı sonrasında cebirsel sayılar kuramına döndü. Sonraki dört yıl boyunca ünlü *Bericht über die Theorie der algebraischen Zahlkörper* (Cebirsel Sayı Cisimleri Kuramı Üzerine Rapor) adlı eserini hazırladı. Henry Smith'in yaşam öyküsünde aktarıldığı gibi bu eser Minkowski'yle birlikte gerçekleştirilecek ortak çalışmanın bir parçası olarak hazırlanmıştı ama Minkowski bu projeye hiç katkıda bulunmadı. Pek çok sayı kuramcısı *Zahlbericht*'e gönülden inanırken bazılarıysa bu eserin cebirsel sayılar kuramının gelişimini uzun yıllar boyunca engellediği düşüncesindeydi. Raporun önsözü şu ifadelerle son bulmaktadır:

> Sayı cisimleri kuramı nadide bir güzellik ve uyum tapınağıdır. Bu yapının en gösterişli şekilde yapılan kısmı bana göre Kummer'in karşılıklılığın yüksek yasaları üzerine yaptığı çalışmalar ve Kronecker'in eliptik fonksiyonların kompleks çarpımına ilişkin incelemeleriyle yolunu açtığı Abel cisimleri kuramıdır. Bu iki matematikçinin çalışmaları sayesinde bu kuramın daha da derinlerine yaptığımız analizler bu bölgede hâlâ inanılmaz miktarda paha biçilmez hazinenin yattığını ortaya koymuştur. Böylesi bir hazinenin değerini bilen ve bunu elde etmek için sevgiyle peşinden koşan bir kâşifin yüklü ödülü.

1893'te düzenlenen Chicago Kongresi'ni 1897'de Zürich'teki ilk gerçek Uluslararası Matematik Kongresi takip etti. Bunun sonrasında 1900'den itibaren savaş zamanlarındaki kesintiler dışında dört yılda bir farklı yerlerde kongreler düzenlenmeye başladı. Hilbert bu kongrelerin ilkine katılmazken 1900'de Paris'te düzenlenen ikinci kongrede bir konuşma yaptı. Hilbert konuşmasının sonunda özellikle önemli olduğunu düşündüğü on matematik problemini sundu. Bu problemlerden ilki sürem varsayımının kanıtıydı. Daha sonra yayımlandığında yirmi üçe çıkan bu problemler listesi muhtemelen hak ettiğinden çok ve kesinlikle Hilbert'in amaçladığından daha çok ilgi çekmişti. Liste, Hilbert'in o zamanlar üze-

rinde düşündüğü sorulardan çıkardığı kısa notlardan hazırlanmış gibidir. Listedeki bir iki problem neredeyse hemen çözüme kavuşturulmuştur. Bugün, çözüm sözcüğünü kullanmanın hiç uygun olmayacağı birtakım yaklaşımları bir tarafa bırakırsak üzerinde en az ilerleme kaydedilmiş problem zeta fonksiyonundaki sıfırların dağılımına ilişkin Riemann varsayımıdır.

Hilbert matematikte, burada tek tek anlatılamayacak kadar geniş bir yelpazedeki konuyla ilgileniyordu. Courant'ın dediği gibi: "Onunla ilgili en etkileyici şey ilgi alanlarının engin çeşitliliği ve geniş yelpazesiydi. Hilbert matematiğin her alanındaki çeşitliliğe tüm yaşamı boyunca çok büyük önem vermişti." Belirleyici olarak Hilbert matematiğin bir dalında kesin bir etki yapar sonra da tamamen farklı bir konuya geçerdi. Bu şekilde önce değişmezler kuramı, ardından cebirsel sayılar kuramı ve onun da ardından geometrinin temelleriyle ilgilenmişti. Sayılar kuramındaki Waring problemine sarılmış ve problemin çözümüne de 1908'de Brouwer'e yaptığı bir ziyarette ulaşmıştı. Bir diğer seferinde ise Weierstrass'ın sorgulamaya açtığı Dirichlet ilkesi üzerinde düşünürken varyasyonlar analizinde kullandığı bu yararlı yönteme saygınlığını iade etmiştir. Daha sonra Hilbert, özel görelilik kuramı ve büyük bir devrimin yaklaşmakta olduğunun habercisi diğer merak uyandıran düşüncelerin peşinde daha çok fizikle ilgilenmeye başladı. Ancak yine de matematiksel fiziğe yaptığı katkıların matematiğe yaptıkları kadar önemli olmadığını belirtmekte yarar var.

Hilbert'in en önemli kitaplarından biri 1899 tarihli *Über die Grundlagen der Geometrie* (Geometrinin Temelleri Üzerine) adlı eseriydi. Kitap, içindeki pek de yeni olmayan düşüncelerden ziyade bu düşüncelerin ortaya konma şiddetiyle bir öneme sahip olmuştu. Kitabın pek çok kez alıntılanmış sonuç bölümünde şöyle yazar:

> Elinizdeki bu rapor geometrinin ilkelerine yönelik ciddi bir incelemedir. Problemlerin öngörülmüş belli bir şekilde bazı kısıtlı yardımlarla çözülüp çözülemeyeceğini araştırmayı kendimize düstur edindik. Benim görüşüme göre böylesi bir düstur genel ve doğal bir talimatı da kendi içinde barındırır. Aslında matematik mülahazalarımızda ne zaman bir problemle karşılaşsak ya da

> bir teorem tasarlasak tam çözüme ve kesin kanıta ulaşmadan ya da başarısızlığımızın olanaksızlığını ve gerekliliğini tam olarak anlamadan bilgiye karşı duyduğumuz hevesi tatmin edememiş olacağız. Bu geometrik inceleme esas olarak aksiyom, sanı ya da yardımların temel bir geometrik doğrunun kanıtı için gerekli olup olmadığı sorusunu yanıtlamaya çalışmaktadır. Sonrası kişinin tercih ettiği kanıt yöntemine göre ortaya çıkacak bakış açısına bağlıdır.

Hilbert'in bu ifadesindeki felsefe, Paris Kongresi'nde sunduğu problem listesini oluşturmasındaki düşüncesiyle benzeştirilebilir:

> Kuram ile uygulama, düşünce ile gözlem arasında aracı olan şey matematiktir. Aradaki köprüleri kurarak en güvenilir formları yaratan da yine matematiktir. Bu düşünceden hareketle tüm çağdaş kültürümüzün temellerinin zihinsel anlayışımız ve doğayı kendi çıkarlarımız için kullanmamıza dayanmasının yanı sıra matematikte yattığını söylemek mümkündür. Galilei'nin dediği gibi: Doğayı ancak onun bizimle konuştuğu dili ve işaretleri öğrendiğimiz takdirde anlayabiliriz ki bu dil matematik ve kullanılan işaretler de matematiksel işaretlerdir. Kant şu beyanı vermiştir: Herhangi bir doğa biliminde insanın ancak matematiğin var olduğu kadar hakiki bilimsel zenginlikle karşılaşabileceğini temin ederim. Aslına bakarsak bilimsel bir kurama, matematiksel özünün kabuklarını tamamen soyarak bunu dışarıya çıkarmadan hâkim olamıyoruz. Matematik olmadan bugünün astronomisi ve fiziği de olmazdı. Bu bilimler kuramsal bağlamda fiilen matematiğin içinde erimişlerdir. Pek çok diğer uygulamayla birlikte bu bilimler saygın matematiğin halkın gözünde gördüğü kabul oranında bir şeylerden sorumludur.

Gauss ve Kronecker'den bazı alıntılar yaptıktan sonra Hilbert yazısını şöyle tamamlar: "Bugün bir üstünlük edasıyla felsefi bir hava yaratarak kültürün çöktüğü kehanetinde bulunan ve durumundan memnun bir şekilde 'bilinmezle' yetinenlere inanmamamız gerekiyor. Bizim için bilinmez yoktur ve bana göre tüm doğa bilimleri için de bu geçerlidir. Bu mantıksız 'bilinmez' terimi yerine bizim parolamız da tersine 'Bilmeliyiz, bileceğiz' olsun."

Hilbert, Klein'a büyük saygı duymasına karşın ilgi alanları ve kişiliği ona daha yakın bir meslektaşa gereksinim duyuyordu. Böyle biri için en uygun aday, Zürich'te geçirdiği on yılın ardından

Almanya'ya dönme fırsatı kollayan eski arkadaşı Minkowski'ydi. Hilbert'in ısrarlarıyla Georg-August'ta Minkowski için yeni bir kürsü kuruldu. Hilbert gibi Minkowski'nin de çok geniş ilgi alanları vardı. Minkowski Zürich'teyken sayıların güzel geometrisini yaratmış, Göttingen'deyken de dört boyutlu, Eukleides dışı, uzay-zaman sürekliliğine sahip uzay çalışmalarını başlatmıştı. Hilbert ve Minkowski birlikte o zamanlar yeni olan özel görelilik kuramının temellerini geliştirmeye çabalıyorlardı. Minkowski'nin eski bir öğrencisi olan Einstein bu çalışmadan hiç etkilenmemişti. Hilbert'in düşüncelerini çocuksu bulan Einstein çok daha sonra genel görelilik kuramında Minkowski'nin uzay-zamana ilişkin görüşlerini benimseyecekti. Minkowski'nin apandisitinin patlaması sonucu 12 Ocak 1909'daki ölümü, Hilbert ile Minkowski arasındaki ümit vaat eden ortaklığın da ani bir şekilde sona ermesine neden oldu. Minkowski'nin ertesi yıl yayımlanan toplu eserlerini dostunun bu zamansız ölümünden dolayı büyük sıkıntı yaşayan Hilbert düzenlemişti.

Hilbert'in ilgi alanlarının çok geniş olmasının bazı sakıncaları da vardı. 1910 dolaylarında Hilbert'in lisans derslerine katılanlardan Weyl, Hilbert'in hiçbir motivasyon sağlamadan, konuların geçmişine yönelik hiçbir açıklamada bulunmadan, kaynaklarına hiçbir kesin referans göstermeden, herhangi bir düşüncenin incelenmesi için duraksamadan, herhangi bir iddiayı ayrıntılı olarak kanıtlamadan ve tüm bunlara ilişkin sanki birleşik tek bir görüşe sahipmişçesine bir kuramdan diğerine ya da bir disiplinden diğerine geçtiğini belirtmişti. Hilbert'ten hayli etkilenmiş olsa da Weyl, Hilbert'in öğrencileri çok iyi anlamadığını düşünüyordu. Bu görüş Courant'ın Hilbert'in ders anlatma şekline ait söyledikleriyle tezat teşkil edebilir:

> Dersleri biçimsel olarak mükemmel değildi. Hatta genellikle derslere yeterince hazırlanmadığından ders saatinin sonunda anlatacak bir şeyi kalmaz ve o anda aklına gelenleri anlatmaya başladığından konuşurken dili dolaşır ve duraklardı. Dostları ve öğrencileri onu alaya alır, yaş günlerinde onun işi daha da abartmasını sağlamak için her türlü kinayeli hediyeyi verirlerdi. Derslerde

hata yapar, kanıtlar sırasında takılıp kalırdı. Siz de onu kimi zaman çok basit matematik sorularına bir çözüm yolu bulmak için uğraşırken izleyebilirdiniz. Bu, kusursuz bir ders anlatımından çok daha esinlendiriciydi.

Fransa-Prusya Savaşı Hilbert henüz küçük bir çocukken başlamıştı. Paris kuşatması sırasındaysa Hilbert öğrenciydi. Savaş sonrasında Fransa ile Almanya'da şiddetli bir milliyetçilik baş gösterse ve matematik çevrelerindeki rekabet devam ediyor olsa da Hilbert, Poincaré'yi Göttingen'de takdim ederken "Pek saygıdeğer meslektaşım, sizin ve bizlerin de bildiği gibi Fransa ile Almanya'nın matematiksel ilişkileri her zaman için düzenli ve yakın olmuştur ve böyle olmaya da devam edecektir... Fransa ile Almanya'yı birbirine bağlayan matematiksel bağlar hiçbir iki ulus arasında olmadığı kadar çeşitli ve güçlüdür. Bu nedenle Fransa ile Almanya'yı matematik açısından tek bir ülkeymiş gibi kabul edebiliriz," diyebilmişti. Birkaç yıl sonra Almanya Fransa'yı işgal edince iki ülke savaşa tutuşmuştu. Daha önce gördüğümüz gibi Klein'ın imza verenler arasında yer aldığı Kültür Dünyasına Çağrı kampanyasına Hilbert katılmamıştı. Klein, Académie Royale des Sciences'dan ihraç edilirken Hilbert'in üyeliği devam etmişti. Hilbert savaşın aptalca olduğunu düşünüyor ve bunu söylemekten de çekinmiyordu. Bunun sonucunda kimi öğrencileri Hilbert'in derslerini boykot etse de daha ileriye giden herhangi bir şey yaşanmadı.

"En ulu dâhi" Poincaré Hilbert'ten altı yaş büyüktü. Poincaré'nin 1912'deki ölümünün ardından genel olarak herkes Hilbert'i yaşayan en büyük matematikçi olarak kabul ediyordu. Königsberg yıllarındaki yol arkadaşı Hurwitz 1919'da yaşamını yitirince Hilbert, Zürich'te ondan boşalan pozisyona geçmeyi düşündü. Savaş sonrası Almanya'sında durum çok kötü olsa da Hilbert yaşamına eskisi gibi devam etmeyi seçti. Sağlık durumu daha önce gördüğümüz gibi bir hayli kötüye giden Klein'ın varlığı hâlâ kendini Göttingen'de hissettirse de üniversitenin savaş sonrasında yeniden yapılanmasında Klein gerçek anlamda yer almadı. Hilbert kendi verdiği adla "matematiksel düzenlemelerden" bir türlü kendini alamıyordu. Matematiğin Göttingen'de yeniden canlanması Hilbert'in eski öğ-

rencilerinden Richard Courant'ın önderliğinde gerçekleşti (bu konunun ayrıntılarına sondan bir önceki bölümde döneceğiz).

1920'li yıllarda Göttingen'i saran parıltıya karşın üniversitenin öğretim kadrosuna yönelik hem Almanya içinden hem de ülke dışından bir husumet besleniyordu. Bunun nedeni kısmen kıskançlık olsa da Georg-August'ta diğer yerlerde olup bitenlerle ilgilenmeme eğiliminin, atıflar konusunda pek de dikkatli davranılmamasına neden olduğunu belirtmekte yarar var. Hatta bu durum bilerek ya da bilmeyerek yapılsın öğrenciler uygun bir ad takmışlardı bile: "denklik alma". Hilbert'in bilmeden ve dikkatsiz bir biçimde yaptığı denklik alma konusunda adı çıkmıştı. Courant'ın da durumu ondan aşağı kalır değildi. Courant bu konuya ilişkin şunları söylemişti:

> Hilbert bütünüyle açık biriydi. Eleştiriye, farklı bakış açılarına ve bütün öğrencilere. Onu tanıyan herkes akli bir dev ve bilimde gerçekten önemli bir güç olmasına karşın onunla (elbette konuşulacak bir konusu varsa) eşit şartlarda konuşabileceğini bilirdi. Hilbert dünyada olup biten her şeyi bildiğini söyleyen meslektaşları gibi değildi. Her makaleyi okumadığı gibi var olan her şeyi bulabileceği bir kataloğa da sahip değildi. Tersine, insanları çok dikkatli dinleyerek bundan esinlenmesi onun güçlü yanlarından biriydi. Aynı zamanda bu özelliği esinin nereden geldiğini sık sık unuttuğundan onun kusurlarından da biriydi.

Hilbert'in temel nitelikteki sorulara yönelik ilgisi tüm yaşamı boyunca devam etti. 1899 tarihli *Grundlagen* onun aksiyomlara dönük tercihinin yalnızca bir örneğiydi. Hilbert için tutarlılık çok önemliydi. Matematiğin bütünü için olmasa da en azından geometri gibi bazı alanlar için bu gerekliydi. Şiddetli bir anlaşmazlığa dönüşen fikir ayrılığında Hilbert'in karşısında yer alan Brouwer önemli olanın tutarlılık değil gerçeklik olduğu düşüncesini taşıyor, *reductio ad absurdum* iddiaları reddediyordu. 1931'de Kurt Gödel matematiksel mantığın modern yaklaşımının dayandığı çalışmasını yayımlayınca Hilbert'in kuralcılığı çok büyük bir darbe aldı. Temellere ilişkin Brouwer'le girdiği tartışma haddinden fazla kişi-

selleştiği gibi tartışma, bu iki büyük adamın da en iyi zamanlarında olmadıklarını göstermişti. Yine de Pavel Aleksandrov otobiyografisinde bu konuya ilişkin şunları yazmıştı:

> Brouwer ile Hilbert'i barıştırabilmek için planlar yapılmıştı. Emmy Noether'in evinde bir akşam yemeği yenmesine karar verildi. Emmy Noether'in çalışma odası, salon ve yemek odası olarak kullandığı rahat tavan arasında Brouwer, Hilbert, Courant ve Landau'nun yanı sıra Hopf ve benim gibi birkaç genç matematikçi hep birlikte oturuyorduk. Barıştırma konuşmasını yapma görevi bana verilmişti. Herkesin çok iyi bildiği gibi iki insanı yeniden bir araya getirmenin en iyi yolu, konuyu her ikisinin de eleştirmeye can atacağı üçüncü bir kişiye getirmektir. Bu düşünceyi takip ederek konuşmayı düzenlilik kuramı üzerine çalışmasıyla adını duyuran fonksiyon kuramcısı Luckenwald'e getirdim. Bu hamlenin başarısı tahminlerimizin çok ötesine geçerek Hilbert ve Brouwer'in kısa sürede ateşli bir biçimde fikir alışverişine başlamalarını sağladı. Hilbert ve Brouwer, üçüncü kişi üzerinde giderek ortak bir görüşe doğru yanaşıyorlardı. Birbirlerinin düşüncelerini daha dostça dinler hale gelmişlerdi. En sonunda birbirlerinin onuruna kadeh kaldırdılar.

Ne yazık ki ikili arasındaki barış dönemi uzun sürmedi. Almanya'nın 1928'deki uluslararası kongreye katılması gerekip gerekmediğine ilişkin bütünüyle farklı bir konuda yeniden bir anlaşmazlık su yüzüne çıktı. Başta Picard olmak üzere bazı etkili Fransız matematikçilerin baskısıyla savaş zamanının İttifak Devletleri'nden gelen matematikçiler 1920'de Strasbourg'da düzenlenen uluslararası kongreye çağrılmamışlardı. Savaştan sonra ilk kez düzenlenen bu kongre bu nedenle büyük çoğunlukla kongreler serisinin bir parçası olarak kabul görmez. Bu konu matematik camiasını ikiye bölmüştü. Örneğin Fransa'da Painlevé Picard'ın görüşüne şiddetle karşı çıkıyordu. 1924'te Toronto'da yapılan bir sonraki kongreye bu matematikçiler yine davet edilmezken ateşli tartışmaların sonucunda Bologna'da düzenlenecek bir sonraki kongreye çağrılmalarına karar verilmişti. Alman matematikçiler de bu çağrıyı kabul edip etmeme konusunda kendi aralarında ciddi biçimde fikir ayrılığına düşmüşlerdi. Brouwer'in de düşüncelerini paylaştığı milliyetçiler davetin yapılış biçiminin aşağılayıcı olduğunu düşünürken

Hilbert gibi enternasyonalistlerse artık savaşı geride bırakmanın zamanının geldiğine inanıyordu.

Sonuçta sağlığı kötü olsa da *Geheimrat* Hilbert yirmi altı matematikçiden oluşan Alman heyetinin başında Bologna'ya gitti. Salona girdiklerinde yaşanan birkaç dakikalık sessizliğin ardından tüm salon ayağa kalkarak Alman heyetini alkışladı. Bununla birlikte Brouwer ve diğer bazı matematikçiler Almanların "Gauss ve Riemann'ın hatıralarına, matematiksel bilimlerin insancıl yanına ve insan ruhunun bağımsızlığına ihanet etmeden" nasıl olur da kongreye katılabildiklerini anlayamıyorlardı. Hilbert bu tepkiye Brouwer'i *Annalen*'in yazı kurulundan çıkararak karşılık verdi. Daha sonra göreceğimiz gibi olanlar karşısında incinen Brouwer, *Compositio Mathematicae* adlı kendi dergisini kuracaktı.

Hilbert'in en üretken yılları artık sona ermişti. Hastalığına pernisiyöz anemi teşhisi konuldu ki bu hastalık o zamanlar ölümcül olabiliyordu. Sophus Lie'nin durumunda da gördüğümüz gibi belirtiler hem fiziksel hem de psikolojikti. George Birkhoff'un bulunduğu yüksek mevkii sayesinde Harvard University'de yeni geliştirilen bir tedavi uygulansa da Hilbert tam olarak iyileşemedi. Bu durum hiç kuşku yok ki meslek yaşantısının son yıllarındaki davranışlarını etkiledi. Ara sıra ders vermeye devam etse de 1929'da emekliye ayrıldı. Göttingen'de bir sokağa onun ismi verilirken doğduğu şehir Königsberg, Hilbert'e onursal vatandaşlık payesi verdi. 1932'de Hilbert'in doğumunun yetmişinci yılı Göttingen'de fener alayıyla kutlandı. 1934'ten sonra Hilbert, enstitüye bir daha adım atmadı. Yemekli bir toplantıda yanına oturan yeni Nazi eğitim bakanının matematik enstitüsünün Yahudileri ve onların dostlarını bünyesinden uzaklaştırmasından sonra zor duruma düştüğüne ilişkin söylentilerin doğru olup olmadığını sorması üzerine Hilbert "Zor duruma düşmek mi?" diye acı acı yanıtladı. "Zor duruma düşmedi sayın bakan. Öyle bir kurum kalmadı."

Hilbert hafızasını kaybetmeye başlamıştı. Hâlâ Königsberg'de yaşadığını zannediyordu. Yaşadığı bunaklık sonrasında 13 Şubat 1943'te Nazilerin iktidara gelişlerinin onuncu yılında Göttingen'de yaşamını yitirdi. Savaşın tam ortasında gerçekleştirilen cenaze tö-

renine yalnızca bir avuç insan katılabildi. İyi zamanlarındaki fiziksel görünümüne atfen onu çok iyi tanıyanlardan biri 1955'te şöyle demişti: "Ressam olsaydım Hilbert'in portresini yapardım. Kırk yıl önce yaşamının zirvesinde olduğu dönemlerdeki yüz hatları öylesine zihnime işlemiş ki. Açık alnını, gözlüklerinin ardındaki keskin bakışlı parlak gözlerini, kısa sakalıyla daha da belirginleşen sivri çenesini ve hatta kalın panama şapkasını hâlâ çok iyi hatırlıyorum. Keskin Doğu Prusyalı sesi hâlâ kulaklarımda." Hilbert, bu kitapta yer verilen portresinde de tam böyle görünüyor. Son cümleleri Hilbert'in en yetenekli öğrencisi Weyl'den alarak tamamlayalım:

> Onun dönemindeki bir bilimcinin etkisi araştırmasının bilimsel olarak ağırlığıyla orantılı değildir. Hiç şüphesiz Hilbert'in matematik alanındaki çalışmaları derinlikli ve evrensel ölçüde çalışmalardı. Yine de Hilbert'in muazzam etkisi yalnızca bunlardan ileri gelmiyordu. Gauss ve Riemann elbette ki daha önemsiz matematikçiler değildi ama çağdaşları arasında fazla heyecan uyandıramadıkları gibi etraflarında adanmış takipçilerin yer aldığı bir ekol de yaratmamışlardı. Hilbert ise yaşamaktan zevk alan, başta genç bilimciler olmak üzere insanlarla ilişkiye geçmeye çalışan ve fikir alışverişinden büyük keyif duyan biriydi. İyimserliği, manevi tutkusu, bilimin yüce değerine olan sarsılmaz inancı, basit ve net sorulara basit ve net yanıtlar bulmak gerektiğine olan güçlü güven duygusu karşı konulmaz bir şekilde etrafındakilere yayılırdı.

VII

E. H. MOORE'DAN TAKAGİ'YE

E. H. Moore (1862-1932)

Atlas Okyanusu'nun diğer kıyısında neler olduğuna bakmanın zamanı geldi. On dokuzuncu yüzyıl sona ermeden hemen önce doğmuş önemli Amerikalı matematikçileri düşündüğümüzde Avrupalı büyük meslektaşlarıyla yalnızca birkaçının boy ölçüşebildiğini görürüz. Lefschetz, Pólya ve Zariski gibi Amerika doğumlu olmayanları da dışarıda bıraktığımızda elimizde çok kısıtlı sayıda matematikçi kalır. İlerleyen bölümlerde Amerika doğumlu ve kesinlikle üst düzey matematikçi kabul edilen birkaç kişinin yaşam öykülerine yer vereceğiz. Kimi Amerikalı matematikçilerse araştırma alanındaki başarılarıyla üst düzey matematikçiler arasında yer almasalar da matematiğe başka yollardan katkıda bulunmuşlardır. Bu kişilerden

biri de Amerikan matematik araştırma çevresinin gelişmesinde çok etkili olmuş az sayıdaki kişinin arasından bir adım öne çıkan E. H. Moore'dur. Yirminci yüzyılın ilk yarısındaki kayda değer Amerikalı matematikçilerin pek çoğu ya Moore'un eski öğrencileridir ya da eski öğrencilerinin öğrencileridir. Moore yaşadığı dönemde Birleşik Devletler'in en büyük matematikçisi olarak kabul edilirdi.

David Hastings Moore Amerikan İç Savaşı'nda rahiplik görevinin yanı sıra yarbay olarak da hizmet etmiş bilge bir Metodist rahipti. Bulunduğu görevler arasında Cincinnati Wesleyan College rektörlüğü, University of Denver'ın kuruculuğu ve ilk rektörlüğü ile Şanghay Metodist Piskoposluk Kilisesi başrahipliği vardı. Geleceğin matematikçisi Eliakim Hastings 26 Ocak 1862'de dünyaya geldiğinde David Hastings Moore karısı Julia Sophia'yla (kızlık soyadı Carpenter) birlikte Ohio ile Batı Virginia sınırındaki küçük ama ilginç yerleşim yeri Marietta kasabasında yaşıyordu. Küçüklüğünde ailesi sürekli bir yerden diğerine taşınmış olsa da Moore'un çocukluğunun büyük kısmı Ohio'da bir başka küçük yerleşim yeri Athens'ta geçti. Hali vakti yerinde olan büyükbabası kasabanın ileri gelenleri arasında yer almakla kalmıyor aynı zamanda Washington'da kongre üyeliği görevini de sürdürüyordu. Bu görev sayesinde genç Moore henüz lisedeyken bir yazını Washington'da kongre ulağı olarak geçirdi (bu uygulama, istekli gençlerin Amerikan Kongresi'nde gerçekleşen olaylar konusunda deneyim kazanmasının bir yoludur). Moore bir başka yazını ise matematiğe ilgi duymasını sağlayan Cincinnati Observatory'nin müdürünün asistanlığını yaparak geçirdi.

Moore 1879 yılında henüz on yedi yaşındayken girdiği Yale University'den yüksek onur derecesiyle dört yıl sonra mezun olarak doktora çalışmasına başladı. 1885'te "Extensions of certain theorems of Clifford and Cayley in the geometry of *n* dimensions" (Clifford ve Cayley'in Bazı Teoremlerinin n boyutlu Geometride Genişletilmesi) başlıklı teziyle doktora derecesini elde etti. Yale'deki yol göstericisi matematikçi H. A. Newton, Almanya'da bir yıllık bir çalışma yapmasını sağladı. Moore Göttingen'de geçirdiği 1885 yazında Almanca öğrenip kışı Kronecker ve Weierstrass'ın ders ver-

diği Berlin'de geçirdi. Moore, Weierstrass'ın eksiksiz yöntemlerinden etkilenmiş olsa da onu esas büyüleyen Kronecker'in dersleri olmuştu. Anlaşılan Moore o zamanlar Leipzig'de olan Klein'la da tanışmıştı.

Moore 1886'da Birleşik Devletler'e döndüğünde akademik kariyerine Nortwestern University'de bir yıllığına okutman olarak başladı. Bu görevi iki yıllığına Yale'de yaptığı hocalık izledi. 1889'da yardımcı doçent olarak döndüğü Northwestern University'de iki yıl sonra doçentliğe yükseldi. O yıl Athens'tan eski bir oyun arkadaşı Martha Morris Young'la evlendi. Çiftin David ve Eliakim adlarında iki oğulları oldu. Evlenmeden önce Martha, Ohio State University'de Latin dilleri bölümünde öğretim üyeliği yapıyordu. Ünlü matematikçi John Wesley Young, Martha'nın kardeşiydi.

Moore'un meslek yaşantısındaki en önemli aşama 1892'de University of Chicago kurulup rektör William Rainey Harper yirmi dokuz yaşındaki Moore'u vekâleten matematik bölümü başkanlığına getirince yaşandı. Moore, Harper'ı iki üst düzey Alman matematikçiyi kadroya dahil etme konusunda ikna etmişti. Bu iki matematikçi Georg-August'ta Klein'ın yönetiminde doktoralarını aldıktan sonra Amerika'ya giden analizci Oskar Bolza ve geometrici Heinrich Maschke'ydi. Moore, ateşli bir taraftarı olduğu kendi zamanının matematik araştırmaları hareketleriyle çok yakından ilgilenen biriydi. Weierstrass önderliğindeki kılı kırk yaran Alman analizciler ekolünden yetişmiş Bolza yetenekli ve çok okunan bir araştırmacıydı. Diğer ikisine kıyasla çok daha temkinli olan Maschke ise bilge, araştırma alanında üstün ve geometri konusunda büyüleyici bir hocaydı. University of Chicago bu ekiple çok geçmeden Amerika Birleşik Devletleri'ndeki en önemli matematik bölümüne sahip olurken Moore da bölüm başkanlığı görevine asaleten getirildi.

Bu başarılı başlangıcın hemen ardından yaşanan bir diğer gelişme Chicago'nun matematik araştırmalarında bir merkez olma durumunu daha da güçlendirdi. Columbus'un 1493'te Amerika kıtasına çıkışının dört yüzüncü yılı kutlamaları çerçevesinde Chicago'da dünya fuarı düzenlenmişti. Fuarla bağlantılı olarak çeşitli konular üzerinde bir dizi "kongre" düzenlenmişti. Konular-

dan biri matematik olunca Moore ekibiyle birlikte gerekli düzenlemeleri yapmakla görevlendirildi.

Matematik kongresi büyük ölçekli olmasa da ülke dışından da bazı katılımlar oldu. Bunların arasında en etkileyicisi Klein'ın önderliğindeki Alman heyetiydi. Kongre sonrasında bir süre daha kalmaya razı edilen Klein, Northwestern University'de bir dizi konuşma yaptı. Chicago'lu matematikçiler açısından olumlu sonuçlar verecek bu konuşmalar zinciri aynı zamanda Almanya'nın Amerikan matematik sahnesinde ortaya koyacağı etkinliğin de kapılarını açmıştı. Yıllardır kafasında bu hedefle yaşayan Klein Almanya'ya dönüşünde Prusya kültür bakanına kongre sonrasında çabalarının sonuç verdiğini ve Chicago gibi üst düzey bir üniversitede bulunan iki Alman matematikçi sayesinde bu ülkedeki Alman etkisinin sürekli olacağını bildirmişti.

Kongre tutanaklarının yayımlanma maliyetlerinin karşılanabilmesi için Moore, New York Mathematical Society'den yardım talebinde bulunmuştu. İstenen maddi yardımı kabul eden derneğin adının da "American Mathematical Society" şeklinde değiştirilmesine karar verildi. Moore, derneğin yeni açılan Chicago şubesinin ilk başkanı olurken daha sonra da başkan yardımcılığına getirildiği derneğin işleriyle giderek daha fazla meşgul oldu. Matematiksel araştırmaların yayımlanması için *Transactions of the American Mathematical Society* adlı derginin çıkarılmasına karar verildiğinde Moore derginin genel yayın yönetmenliğine getirildi. Moore en baştan itibaren derginin standartlarını çok yüksek tutmuştu. Çok geçmeden Moore derneğin başkanlığına seçildi. İki yıl boyunca sürdürdüğü bu göreve, Amerika'nın orta batısından gelerek layık görülen ilk kişiydi. Moore derneğin matematik konusunda belirli standartların tutturulabilmesi için uygun bir kurum olduğuna inanırken okullardaki matematik eğitimi kalitesiyle de özel olarak ilgilendi.

1892-1908 arası dönemde University of Chicago, yüksek matematik çalışmalarında Birleşik Devletler içinde emsalsiz bir kurumdu. Moore'un eski öğrencilerinden biri şöyle yazmıştı: "Profesör Moore'un derslikte uyguladığı yöntemler pedagojinin en yerleşmiş kurallarına meydan okurdu. İşin aslı, bu tür kurallar ileri düzeyde-

ki derslerini verirken ona hiçbir anlam ifade etmiyordu. Derslerde matematiğe kendisini öylesine kaptırırdı ki ne ders saatinin sona ermesi ne de öğle arası matematik konuşulmasına bir son verebilirdi. Konuşmasını ancak anlattığı konunun o gün için tükendiğini söyleyen bir tür içgüdüyle sonlandırırdı."

İyi öğrenciler ve Birleşik Devletler'in yetenekli matematikçileri açısından Moore inanılmaz bir esin kaynağıydı. Yirminci yüzyılın ilk yarısında ondan esinlenmiş sayısız insan bulunuyordu. Moore, en iyi çağlarında hayli başarılı bir öğretmendi de. Bölümdeki meslektaşları Bolza ve Maschke'yle birlikte matematik eğitiminde yepyeni yöntemler geliştirmişlerdi. Örneğin, öğrencilerin dergilerde yayımlanmış makaleleri okuduğu, sunduğu ve bunlara dayanarak yeni teoremler geliştirmeye çalıştıkları bir matematik kulübü kurmuştu. Moore kulüp toplantılarında öğrencilere sorular sorar kimi zaman da yorumlar yapardı. Muhtemelen bu yöntemle Almanya'da olduğu dönemde karşılaşmıştı ama Amerika için bu yeni bir uygulamaydı. Daha sonra göreceğimiz gibi bu yöntem, eğitimini Chicago'da almış Robert Lee Moore (akraba değiller) tarafından alınarak yoğun bir araştırma eğitimi sistemine dönüştürülecekti. Robert Lee Moore, University of Texas'ta özellikle topologların eğitiminde lisansüstü öğrencileri için bu yöntemi kullanarak çok büyük başarılar elde etmiştir.

E. H. Moore kırk yıllık bir dönem içinde otuz doktora adayının çalışmalarını idare etmiştir. Moore'un ilk dönem öğrencileri arasında L. E. Dickson, George Birkhoff ve Oswald Veblen yer almaktadır. Bununla birlikte 1908-20 arası dönemde University of Chicago matematik bölümünün ilk başlardaki kendine özgü enerjisi ve canlılığı yavaş yavaş sönmeye başlamıştı. Maschke 1908'de yaşamını yitirince meslektaşı Bolza da Almanya'ya döndü. Bir on yıl boyunca daha bölüm seçkinliğini sürdürse de kadroların sürekli bölüm içinden gelenlerce doldurulmaya başlandığı görülüyordu. 1920'ye gelindiğinde ise Chicago, artık üst düzeyde bir matematik bölümüne sahip değildi. Moore kendisini geometrik analizin Banach öncesi bir biçimi olan genel analize kaptırmıştı. Ancak bu çalışma üniversite dışında hiçbir zaman büyük ilgi uyandırmamış-

tı. Bölümden sürekli çıkmaya devam eden doktora tezleri ilk zamanlardakiler gibi etkileyici değildi.

Chicago matematik bölümünün adının yeniden duyulması uzun zaman alacak olsa da bölümle ilgili önemli bir gelişme yaşanmıştı. Chicago'lu bir işadamının maddi desteğiyle matematik bölümü için bir bina yaptırılmıştı. Eckhart Hall adı verilen bu binada güzel bir toplantı salonu, kütüphane, öğretim üyeleri için ofisler ve lisansüstü öğrencilerinin kıdemlilerle rahatlıkla ilişkiye geçebilecekleri biçimde tasarlanmış mekânlar mevcuttu. Kısa bir süre sonra Princeton'daki Fine Hall'ün gölgesinde kalsa da Eckhart Hall bir bölümün nasıl yerleşeceği konusunda çıtayı bir hayli yukarı çekmişti. Moore 1931'de, Eckert Hall'ün tamamlanmasından kısa bir süre sonra yaklaşık otuz yıl süren bölüm başkanlığını bırakarak emekliye ayrıldı. Bir süredir sağlık durumu iyi değildi. 30 Aralık 1932'de yetmiş yaşında Chicago'da yaşama veda etti.

Moore'un çalışkanlığı ve coşkusu yalnızca matematik bölümünün değil bir bütün olarak University of Chicago'nun ilk yıllarındaki gelişimine büyük katkıda bulundu. Moore'un mesleki etkinliği Chicago dışında Amerika Birleşik Devletleri ve hatta genelde orta batıyla sınırlıydı. Kurucu, eğitimci ve araştırmacı olarak gerçekleştirdiği seçkin çalışmalarla başta Amerika'dan olmak üzere çok sayıda onura layık görüldü. Amerika dışında Georg-August'tan onursal derece alırken Poincaré'nin topoloji üzerine ufuk açıcı çalışmasını yayımladığı *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo* dergisinin yazı kurulunda yer aldı. Yeni bir yüzyıla girilirken Amerika'daki matematiğin "rüştünü kazanması" Sylvester'a dek ve hatta onun da öncesine uzanan çabaların bir sonucuydu. Ancak bu süreci sona erdiren Moore olmuştu.

Amerikan eğitim sistemi üzerindeki Alman etkisi genellikle yararlı olsa da esas etkili olduğu dönem, Hilbert ve diğer bazı matematikçilerin Alman matematiğini reforma uğratmalarından önceki on dokuzuncu yüzyıl sonlarıydı. Amerika'da en büyük etkiyi Göttingen ekolünün yeni tarz matematiği değil Berlin ekolünün eski Alman matematiği yapmıştı. Uygulamalı matematiğin İkinci Dünya Savaşı'na dek Amerika'da göz ardı edilmesi elbette Klein'ın hatası değildi.

Jacques Hadamard (1865-1963)

Seçkimizin en cana yakın kişiliklerinden biriyle yeniden Fransa'ya dönüyoruz. Jacques Hadamard eğitimde olduğu kadar araştırma alanında da güçlü, pek çok konuyla ilgilenen, çok yönlü biriydi. Doymak bilmez bir bilimsel meraka sahipti. Uzun süren yaşamı boyunca büyük çapta değişen matematiği yakalamasını hep bildi. Paris'in güneybatısındaki Versailles'da 8 Aralık 1865'te doğan Jacques-Salomon Hadamard'ın anne ve babası öğretmendi. Ailenin her iki tarafında da 1808'de Paris'e yerleşmiş Yahudi kökenli entelektüeller vardı. Hadamard'ın babası Amadée, Lycée Charlemagne'de Latince dersleri verirken annesi Claude-Marie-Jeanne (kızlık soyadı Picard) tanınmış bir müzik öğretmeniydi. Claude-Marie oğluna küçük yaşlarda keman çalmayı öğretmişti.

1871'de Paris Komünü son bulurken evleri yakılan aile tüm malvarlığını yitirmişti. Bu güç durumdan kurtularak yeniden toparlandıklarında çift, oğullarını babasının öğretmenlik yaptığı *lycée*'ye gönderdi. Jacques, pek fazla umursamadığı matematik dışında tüm derslerde kendini göstermişti. Ulusal çaptaki Concours Général'in diğer alanlarında ödüller kazanmış olsa da matematik alanında hiçbir yetenek gösterememişti. Bununla birlikte 1875'te babası daha itibarlı Lycée Louis-le-Grand'a geçince genç Jacques da onun peşinden giderek bu okuldaki üstün nitelikli matematik eğitimiyle karşılaştı. Matematik dalında Concours Général'e girerek tüm Fransa'da ikinciliği elde etti. Hadamard tüm yaşamı boyunca bu sınavda birinci olamamanın üzüntüsünü yaşayacaktı. Çok geçmeden Hadamard okul dergilerinde küçük matematik yazıları yazmaya başladı. Ecole Polytechnique ve Ecole Normale Supérieure giriş sınavlarına katıldı.

Her iki okula da girmek çok zordu. Her yıl kırk ya da elli kişilik kontenjan için binlerce aday başvuruda bulunurdu. Örneğin Ecole Normale giriş sınavının ilk aşaması iki gün boyunca tüm Fransa'daki "collège" ve "lycée"lerde gerçekleştirildi. İlk önce her biri altı saat süren matematik, fizik ve felsefe alanlarında yazılı sınavlar yapılır, ikinci günse adaylar dört saat boyunca Latinceden çeviriler yapardı. Bu aşamalardan geçen en iyi adaylar Paris'te Ecole Normale'de düzenlenen son bir sözlü ve yazılı sınava çağrılırken adayların başarılarına göre sıralandıkları bir liste yayımlanırdı.

1884'te Hadamard on sekiz yaşındayken Fransa çapında her iki sınavın da birincisi olunca zorlu bir karar vermesi gerekti. On dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında Ecole Polytechnique'teki matematik eğitiminin niteliği bir miktar düşerken Ecole Normale Supérieure'ün itibarı ise yükselmişti. Hadamard yaşadığı kısa tereddüdün ardından yirmi yıl kadar önce her iki sınavda da birinci olan Darboux'nun izinden giderek daha akademik olan kurumu, Ecole Normale Supérieure'ü seçti.

1888 yılında Ecole Normale'den mezun olmasının ardından Hadamard Paris'te bir yıl daha geçirerek çalışmalarına devam etti. Hadamard, bu dönemde geçimini, çok çalışmasını gerektirmeyen

Caen'deki öğretmenlik görevi sayesinde sağlıyordu. Daha sonra üç yıl boyunca Lycée Buffon'da dersler verdi. Bu konuda pek başarılı değildi. Okul müdürünün Eğitim Bakanlığı'na bildirdiğine göre "Mösyö Hadamard müthiş matematiksel yeteneklerinden dolayı kendinin her şeyden muaf olduğunu düşünüyordu". Gene de Hadamard'ın okulda özel olarak ilgilendiği bir öğrencisi vardı. Maurice Fréchet adındaki bu çocuk yıllar sonra Hadamard'a şöyle diyecekti: "Matematikçi olmamda çok etkili oldunuz." Fréchet'in sonraki meslek yaşantısına ileride döneceğiz.

Hadamard ders vermediği zamanlarda "Taylor Açılımıyla Temsil Edilen Fonksiyonlar Üzerine Bir Çalışma" başlıklı doktora tezi üzerinde çalışıyordu. Tezi okuyan Hermite bunun uygulanabileceği bazı yerler bulmanın iyi olacağını düşündü. İstenen olmuştu. Tam o sıralarda Académie Royale des Sciences Riemann zeta fonksiyonu kuramına ilişkin ödüllü bir yarışma düzenlemişti. Hadamard, bu çalışmasıyla akademiden alacağı sayısız ödülün ilkine büyük ödülü kazanarak ulaşmıştı. Aynı yıl kendisiyle benzer bir geçmişe sahip, çocukluk aşkı Louise-Anna Trenel ile evlendi. Hadamard gibi müziğe büyük bir sevgi duyan Louise-Anna hayat dolu genç bir kadındı. 1894'te Pierre, 1897'de Etienne, 1899'da Mathieu, 1901'de Cécile ve 1902'de Jacqueline'nin doğmasıyla yedi kişilik bir aile olmuşlardı. Çift, çocuklarını en azından bir müzik aleti çalmaları gerektiğini düşünerek yetiştirmişti. Bir dönem Hadamard'lar benzer kafa yapısındaki akademisyenlerle birlikte çocuklarının eğitimini evde vermişti. Ne yazık ki Louise-Anna ve Jacques en büyük oğullarını Birinci Dünya Savaşı'nda, en küçük oğullarını ise İkinci Dünya Savaşı'nda kaybedeceklerdi.

Hadamard artık öğretim üyeliğine geçmişti. İlk üniversitesi 1893'ten 1897'ye dek çalıştığı Université de Bordeaux'ydu. Tanınmasını sağlayan teorem ispatını da burada yapmıştı. Daha önceki çalışmaları başta tekillik konusu olmak üzere kompleks analiz üzerineydi. Sonra bu çalışmasını sayılar kuramına uygulamıştı. Pek çok matematikçi asal sayılar kümesinin tüm doğal sayılar içindeki yoğunluğunu hesaplamanın yollarını arıyordu. Hadamard kompleks analiz yöntemlerini kullanarak birbirlerinden habersiz olarak

Vallée Poussin'le birlikte n'den az asal sayı için $n / \log n$ asimptotik değerine ulaştı. 1896 tarihli bu asal sayı teoreminin temel düzeyde kanıtlanması için yapılan tüm çabalar 1949'da Atle Selberg ve Paul Erdös'ün kompleks analiz kullanmadan gerçekleştirdikleri ispatlarına dek sonuçsuz kaldı.

Bordeaux'ya gelişinden yalnızca iki yıl sonra Hadamard astronomi ve rasyonel mekanik profesörlüğüne getirildi. Hadamard yaşamı boyunca Académie Royale des Sciences'ın düzenlediği çok sayıda ödüllü yarışmaya katılmış, bunların birçoğundan da başarıyla ayrılmıştı. İlk olarak 1896'da "Dinamikte Yörüngelerin Bazı Özellikleri Üzerine" başlıklı çalışmasıyla Bordin Ödülü'nü kazanmıştı. İki yıl sonra geçmiş on yıl boyunca araştırma alanındaki başarılardan dolayı Poncelet Ödülü'ne layık görülürken ertesi yıl da Georg-August'tan, alacağı sayısız onursal derecenin ilkine sahip oldu.

Hadamard'lar bir yandan Bordeaux'da yaşamaktan memnunken diğer yandan da Fransa'nın entelektüel merkezi Paris'e dönmeyi ümit ediyorlardı. Paris'ten uzakta geçen beş yılın ardından Hadamard Sorbonne'da okutmanlık elde etti. Aynı zamanda Collège de France'ta yardımcı profesörlük görevine getirilmişti. Collège de France'ta ders verme işi zahmetli olmasa da derslerde mutlaka yeni bilgilere yer verilmesi gerekiyordu. Ders içeriklerinin yanı sıra derslerin adı da okutmanlarca belirleniyor, daha sonra yalnızca idarenin onayına sunuluyordu. Hadamard matematiksel fizik üzerine ders vermeyi seçerken ilk yılın konusu kinematikti. Legendre'ın *Geometry* adlı eseri hâlâ yaygın bir biçimde kullanılıyor olsa da Hadamard öğretmenlik yaptığı dönemdeki deneyimlerinden yararlanarak alternatif bir tarz oluşturmuştu.

Otuz dört yaşındaki Hadamard yirminci yüzyılı kafasındaki planlarla enerji dolu karşılamıştı. Yaklaşık bu zamanlarda gaz dinamiğine ilişkin çalışmalarından kaynaklanan kısmi diferansiyel denklemler üzerine araştırmalarına başlamıştı. Hayranlarından biri Hadamard'ın zekâsını en çarpıcı biçimde bu kuramda gösterdiğini belirtmişti. 1901'de Yale University'nin kuruluşunun iki yüzüncü yıldönümü törenlerine Sorbonne'u temsilen katıldı. Ame-

rika'ya yapacağı çok sayıda ziyaretin ilkini gerçekleştirdiği bu seyahatinde bir onursal dereceyle daha ödüllendirildi. İki kitap daha yayımlamıştı: 1901 tarihli "Taylor Serileri ve Analitik Uzanımları" ile 1903 tarihli "Dalga Yayımı ve Hidrodinamik Denklemler Üzerine Dersler".

Hadamard 1904'te matematiğin temellerine yönelik seçme beliti çevresinde dönen bilim camiasındaki şiddetli tartışmalara dahil oldu. Dört yıl sonra Roma'daki Uluslararası Matematikçiler Kongresi'nde tanışan Brouwer ile Hadamard önemli bilimsel yazışmalar yapmaya başladı. Hadamard, Petit d'Ormoy Ödülü, Vaillant Ödülü, Estrade Delcros Ödülü gibi akademinin verdiği pek çok ödülü de bu dönemde kazandı. Hadamard 1909'da Sorbonne'dan ayrılarak kompleks analiz ve sayılar kuramına uygulanması üzerine dersler verdiği Collège de France'a mekanik profesörü olarak geçti. İki yıl sonra aldığı davet sonucunda New York'taki Columbia University'de diferansiyel denklemler kuramı, özellikle de topolojinin Poincaré'nin gösterdiği biçimde bu kuramdaki yerine ilişkin bir konuşma yaptı. Hadamard, konuşmasının bir bölümünde şöyle demişti:

> *Analysis situs*, integral analizin ilgili olduğu her şeyle bağlantılıdır. Analizden geometrinin öcünü almaktadır. Descartes'tan beri tüm geometrik ilişkilerin yerine sayılar arasında buna karşılık gelen bir başka ilişki koyarak analizin bir şekilde üstün olmasını sağladık. Kendilerini analizin karşısına yerleştiren pek çok matematikçi bu üstünlükten kaçarak kendilerini salt geometrici olarak gördü. Ancak yine de bu matematikçilerin çoğu bunu benim kabul edemeyeceğim bir biçimde yaptı. Kendilerini yalnızca, diğer matematikçilerin analitik yollarla oldukça basit bir biçimde ele alacağı geometri sorularıyla sınırlandırdılar. Böylece sorularını genellikle gerçek bilimsel meraklarının peşinden giderek değil de analizin müdahil olmayacağı olasılıklar üzerinden seçmek zorunda kaldılar. Hatta bazılarının hiç kimsenin ilgisini çekmeyen problemlerle uğraştığını da belirtmek zorundayım. İşte bu ilgi eksikliği bu tür problemlerin analizcilerce bir tarafa bırakılmasının yegâne sebebidir.

Hadamard 1912'de Ecole Polytechnique'te Jordan'dan boşalan analiz kürsüsüne profesör olarak getirildi. 1912 aynı zamanda

Poincaré'nin de yaşamını yitirdiği yıldı. Hadamard dostu ve meslektaşı Poincaré'nin yaşamı ve çalışmaları üzerine yazmak için her şeyi bir tarafa bıraktı. En büyük hayranlarından biri olan Hadamard Poincaré'nin "üstün bir deha" olduğunu söylüyordu. Poincaré'nin başarılarına ilişkin biri *Revue de métaphysique*, diğeri de *Acta*'da yayımlanmak üzere iki rapor kaleme almıştı. Poincaré'nin ölümüyle Académie Royale des Sciences'da boşalan göreve, daha önce pek çok kez aday gösterilmiş Hadamard kırk yedi yaşında seçildi.

Collège de France'ta profesörlere tahsis edilen ofisler olmadığından Hadamard genellikle evinde çalışırdı. Bir güçlükle karşılaştığında çoğunlukla kemanına sarılırdı. Hadamard'ın çalışırkenki halini kızı Jacqueline şöyle anlatıyor:

> Neredeyse tek bir sözcük bile yazmazdı. Bana hep sözcükler olmadan düşündüğünü ve onun için en zorlu şeyin düşüncelerini sözcüklere dökmek olduğunu söylerdi. Yalnızca bazı denklemler karalardı. Bu işlemi de masada değil o zamanlar üzerine büst koymak için genellikle ahşaptan yapılan bir kaidenin üstünde yapardı (babaannemin evinde elbette Beethoven'ın büstü vardı). Koridorda bir aşağı bir yukarı yürürken formüller yazardı. Yıllar boyunca babamın anneme yazdırdığı şöyle cümleler duydum: "Dıt integralini alırsak dıt dıt dıt denkleminin sıfıra eşit olduğunu görürüz. Dıt dıt dıt dıt şeklini alır." "Dıtların" sayısı formüller için bırakılması gereken boşluk miktarını belirliyordu.

Hadamard'lar konuksever insanlardı. Birinci Dünya Savaşı öncesindeki dönemi özellikle Hadamard çok mutlu geçirmişti. Yeni teoremler, dersler, çok sevdiği eşi ve çocukları, dostları ve müzik sesi eksik olmayan huzurlu bir ev. Küçük bir grup kurarak birlikte çaldıkları da olurdu. Einstein Paris'te olduğu zamanlar gruba katılır, yazar Duhamel flüt, Hadamard keman çalar, Hadamard'ın karısı da piyanoda onlara eşlik ederdi. Oğlanlar tıpkı babaları gibi Lycée Louis-le-Grand'a gidiyorlardı. En büyük olanları Pierre savaş başladığında Ecole Polytechnique'e kabul edilmişken ikinci çocuk Etienne de ağabeyinden iki yıl sonra Ecole Normale'den kabul almıştı. Her ikisi de batı cephesinde yaşamlarını yitirmişti. Savaşın sonuna doğru, yolu Ecole Polytechnique'ten geçecek Hadamard'ın

en küçük erkek çocuğu Mathieu da askere çağrılmış ama daha güvenli İtalya cephesine gönderilince hayatta kalmıştı. Emile Borel ve Paul Painlevé'nin "Direction des Inventions" kurumunda yönettiği askeri bir araştırmada Hadamard bizzat yer alırken karısı Louise de hemşirelik yapmıştı.

1920'de Hadamard, yetmiş bir yaşındaki emekliliğine dek görev yapacağı Ecole Centrale des Arts et Manufactures'de matematiksel analiz profesörlüğüne getirildi. Hadamard bir yandan Ecole Polytechnique ve Collège de France'taki görevlerine de devam ediyordu. Ertesi yıl, yirmi yıldan fazla bir süre haftada iki kez yapılacak ve matematiğin neredeyse tüm dallarını kapsayan seminer konuşmalarını başlattı. Dünyanın önemli matematikçileri bu seminerlerde konuşmalar yaparken son sözü söyleyen ve sunulan araştırmanın önemi ya da potansiyeline ilişkin kesin yargıyı veren hep Hadamard olmuştu. Hadamard'ın yüzüncü doğum günü törenlerinde, hamiliğini yaptığı Benoit Mandelbrojt o günleri şöyle hatırlatacaktı:

> Salı ve cuma günleri gerçekleştirilen oturumlar iki savaş arasında Fransa'nın toplu matematik düşünce yaşamının deneyimlediği kesinlikle en yoğun anlardı. Fransız olsun olmasın tüm matematikçiler büyük usta tarafından kendi araştırma konusu üzerinde konuşmak ya da sadece yeni yayımlanmış bir araştırma üzerine düşünce ve yorumlarını söylemek üzere davet edilmeyi büyük bir onur ve bilimsel saygınlıklarının bir kanıtı olarak kabul ediyordu... Paris'e birkaç günlüğüne gelmiş herkes en son çalışmasında elde ettiği yeni sonuçları Paris matematik çevresiyle birlikte yolu Paris'ten geçen matematikçiler ve herkesten önce Hadamard'tan oluşan dinleyici topluluğuna sunuyordu. Hadamard çoğu zaman ele alınan konunun özünü matematiğin o dalında uzmanlaşmış davetli kişiden daha iyi kavrıyor, elde edilen sonuçları eski sonuçlarla karşılaştırıyor ve kimi zaman da tamamen farklı bir alanla ilişkiler kuruyordu.

Wiener de izlenimleri şöyle aktarıyor:

> Fransız matematiği yine de oldukça resmi bir yol izlemişti. Bir profesör kendi küçük ofisine çekilip verdiği derslerden elini eteğini çektiğinde o profe-

sörün, öğrencilerin ve daha genç kuşaktan meslektaşlarının yaşamlarından çıkması da alışılmış bir şeydi. Hadamard'ın ortamdan çekilme durumu ise bir istisnaydı. Kendisine her zaman ulaşabilen öğrencileriyle gerçekten ilgileniyordu. Öğrencilerinin meslek yaşantılarında ilerlemelerinin onun görevinin önemli bir parçası olduğunu düşünüyordu. Şahsi etkisi sayesinde günümüz Fransız matematikçileri, genç kuşak ile yaşlı kuşak arasındaki geleneksel engeli ortadan kaldırabilecek bir duruma ulaşmışlardı. Ben de şahsen Hadamard'ın bu geniş bakış açısından yararlandım. Hadamard'ın Atlas Okyanusu'nun karşı kıyısından gelen ve henüz meslek yaşantısının başında olan bir barbara özel bir ilgi göstermesi için hiçbir neden yoktu. Bunun tek sebebi Hadamard'ın iyi yürekliliği ve en ufak bir belirtisini gördüğü matematiksel yeteneği gün ışığına çıkarma arzusuydu.

1920'de Hadamard, Houston'da yeni kurulan Rice Institute'da Poincaré'nin erken dönem çalışmaları ve Yale'de ikinci dereceden hiperbolik fonksiyonlar üzerine birer konuşma yapmak için yeniden Amerika'daydı. Yale'deki konuşma sonucunda ünlü *Lectures on Cauchy's Problem in Linear Partial Differential Equations* (Cauchy'nin Doğrusal Kısmi Diferansiyel Denklemler Problemi Üzerine Dersler) adlı kitap yayımlanmıştı. 1925'te Poincaré'nin ileri dönem çalışmaları üzerine bir konuşma yapmak için yeniden Rice'a gelmişti. Hadamard Avrupa içinde ve dışında düzenlenen konferanslarda aranan bir konuşmacıydı. Çin ve Sovyetler Birliği'ne bir hayli uzun süreli ziyaretlerde bulunmuştu. Hadamard, Kudüs'te atılım içindeki HaUniversita HaIvrit BeYeruşalayim'le de özel olarak ilgilenmişti. Üniversitenin idare meclisi ve akademik konseyinde yer almıştı.

Hadamard'ın *Cours d'Analyse de l'Ecole Polytechnique* (Ecole Polytechnique Analiz Dersleri) adlı eserinin birinci ve ikinci ciltleri sırasıyla 1927 ve 1930'da yayımlandı. Bu eser, Jordan ve ardıllarının klasik dersleriyle boy ölçüşme amacı taşımayan fizikçi, astronom ve mühendislere yönelik bir kitaptı. Hadamard gençliğindeki kadar ses getiren başarılara imza atmasa da zamanının ve enerjisinin çoğunu eğitime ayırdığı ilerleyen dönemlerinde de hep araştırma dünyasının içinde yer aldı. Seminer konuşmaları emekliliğe ayrıldığı 1936'ya dek büyüyerek devam etti. Bu seminerlerin başarısı

yalnızca Hadamard'ın istisnai matematiksel yeteneklerinden değil samimiyeti, insancıllığı ve mizah duygusundan da kaynaklanıyordu. André Weil şöyle yazmıştı: "Hadamard'la tanışmış olan herkes bilir ki çok uzun süren yaşamı boyunca aklının ve kişiliğinin diriliğini muhafaza edebilmiştir. Pek çok yönden davranışları on dört yaşındaki bir çocuğunkiler gibiydi. Sınır tanımayan bir iyiliğe sahipti."

Fransa'nın 1940'ta işgal edilmesinin ardından Hadamard'lar Birleşik Devletler'e kaçtı. İki yıl sonra İngiltere'ye giderek savaşın sona ermesine dek orada yaşadılar. Savaş sonrasında Paris'e döndüler ve yaşamlarının sonuna dek burada sessiz sakin bir hayat sürdürdüler. Fransa'da bulunmadıkları dönemde Almanlar Hadamard'ların evini yağmaladığından evraklarına bir daha hiç ulaşamadılar. Son yıllarında yayımlanan en önemli çalışması *The Psychology of Invention in the Mathematical Field* (Matematik Alanında İcat Psikolojisi) adlı öncü eseriydi. Hadamard'ın bu eseri, matematikçilerin düşüncelerini nasıl ürettiklerini anlamaya çabaladığı bir ömür boyu süren uğraşının bir ürünüydü. Hadamard'ın karısı Louise 1960'ta yaşamını yitirdi. Evlilikleri tam altmış sekiz yıl sürmüştü. Hadamard'ın kendi sağlık durumu da kötüye gidiyordu. Zor duyuyor, yürürken güçlük çekiyordu. Jacques Hadamard 17 Ekim 1963'te yaşama veda ettiğinde doksan yedi yaşındaydı. Cenazesi Père Lachaise mezarlığına defnedildi. Hadamard Fransa'da verilen tüm ödüllerin yanı sıra ülke dışından da pek çok ödül kazanmıştı. Hadamard ayrıca doksanıncı yaş günü şerefine *Légion d'Honneur*'ün en yüksek mertebesi *Grand-croix*'la onurlandırılmıştı.

Hadamard'ın yaşamı yalnızca matematikten ibaret değildi. Hukuka karşı bitip tükenmez bir merak duyuyordu. Dreyfus davası, kurbanın uzaktan bir akrabası olmasından da öte onun için bir saplantı haline gelmişti. Dava süreciyle Komünist Parti sempatizanı olmuş, barışseverliğini açıkça bildirmişti. Hadamard yaşamı boyunca bitkilere özellikle de çok büyük bir koleksiyona sahip olduğu mantar ve eğreltiotlarına büyük bir ilgi göstermişti. Trans-Sibirya demiryoluyla Sovyetler Birliği boyunca yol alırken her istasyonda

trenden iniyor, tren yeniden harekete geçtiğinde orada kalacağından endişe duyan karısının haykırışlarını duyana dek örnek peşinde koşuyordu. Dağcılık yapmaktan büyük zevk alan Hadamard altmış yaşını geçmiş olmasına karşın Mont-Blanc'a tırmanmış olmasından büyük gurur duyuyordu. Seyahat etmeye bayılıyordu. O ya da bu sebeple mutlaka her yıl başka bir ülkeye gidiyordu.

Hadamard fonksiyon kuramı, varyasyonlar analizi, sayılar kuramı, elastisite, hidrodinamik, kısmi diferansiyel denklemler, topoloji, mantık, eğitim, psikoloji ve matematik tarihçesi üzerine yazdığı yazılarla durmamacasına çalışmıştı. Kompleks değişkenli fonksiyonlar kuramının klasik değerdeki sonuçları arasında Hadamard'ın üç çember, gedik serileri ve tekilliklerin çarpımı teoremleri vardır. Sayılar kuramında asal sayıların dağılımına ilişkin asimptotik yasanın kanıtı da Hadamard'a aittir. Hadamard adı aynı zamanda matematiksel fizik alanında da önemli bir kavramı işaret eder. Öğrenciler güç serilerinin yakınsaklık yarıçapının hesaplanmasında Cauchy-Hadamard formülünü öğrenirler. Listeyi Hadamard matrisleri, determinantlar için Hadamard eşitsizliği, Green fonksiyonu için Hadamard'ın varyasyonlar formülü ve hiperbolik denklemler üzerine Cauchy probleminin çözümlerinin inşasında, katı bir cismin akustik tensörünün pozitifliğinin Legendre-Hadamard koşulu, su dalgaları için Hadamard denklemi şeklinde devam ettirmek mümkün.

Felix Hausdorff (1868-1942)

Almanya'da yaşayan Yahudiler tam vatandaşlık haklarına ancak kademeli olarak ulaşabildiler. Yahudilerin özgürlüğe kavuşması güçlü bir muhalefetle karşılaşılan neredeyse yüz yıllık bir süreçti. Diyasporadaki tüm Yahudiler gibi Almanya'dakiler de iki uç konum arasında seçim yapmaya zorlanmışlardı. İlk seçenek Yahudi topluluğunun bir parçası olarak toplumdan ayrı bir şekilde yaşamaktı. İkinci seçenek ise Yahudi olmayan topluluğun içine mümkün olduğunca karışabilmenin yollarını aramaktı. Bir bütün olarak Almanya'daki Yahudilerin Alman toplumuna entegre olabilmelerinin yolu kimi ayırt edici özelliklerinden vazgeçmelerinden geçiyordu (örneğin, Jacobi ve Kronecker bu yolu izlemişlerdi). Yahudiler giderek diğer vatandaşlarla eşit haklara kavuşurken bu konudaki son adım Nisan 1871'de çıkarılan Alman İmparatorluğu Anayasası'yla atıldı.

Sonraki altmış yıl boyunca devam eden bu durum Nazilerin iktidara gelmesinin ardından özellikle Yahudileri hedef alan ırkçı politikalarla değişime uğradı. Bundan etkilenen çok sayıdaki Yahudi matematikçiden bu kitapta değineceğimiz ilk matematikçi Hausdorff'un yaşam öyküsü pek çok açıdan da en trajik olanlarından biriydi. Diğer pek çok benzer durumdaki kişi gibi Hausdorff da olayların gelişimini değerlendirmede hataya düşerek artık her şey için çok geç olduğu bir zamana dek Almanya'da kalmayı seçti. Hausdorff küme kuramsal topolojinin temellerini, modern matematiğin klasiklerinden biri olarak kabul edilen eseriyle ortaya koymuş yüksek kültürlü biriydi. Hausdorff'un makalelerinin incelenmeye başlanması, yaşamı ve çalışmalarına dönük daha net bilgilerin ortaya çıkması ancak yakın bir zamanda, ölümünden altmış yıl sonra mümkün olabildi.

Felix Hausdorff 8 Kasım 1868'de yüz yılı aşkın bir süredir Prusya idaresi altındaki Silezya'nın eyalet başkenti Breslau'da dünyaya geldi. Babası Louis kardeşi Siegfried'le birlikte tekstil işi yapan bir tüccardı. Kızlık soyadı Tietz olan annesi Hedwig ise Prusya eyaleti Poznań'daki küçük Birnbaum kasabasından geliyordu. Aile, Prusya'nın 1772'de Polonya'ya ait bu toprağı ele geçirmesinin ardından edindikleri arazide elli yılı aşkın bir süredir yaşıyordu.

Yani Felix Hausdorff'un ataları neredeyse yüz yıldır Prusya vatandaşları olarak yaşıyordu. Fransa'ya karşı elde edilen askeri zaferin getirdiği zenginlik içindeki yeni imparatorluk Yahudi tüccarlara yeni olanaklar sunmuştu. Louis Hausdorff ailesiyle birlikte Leipzig'e taşındı. Louis'in kardeşi Siegfried'le evlenen Hedwig'in kız kardeşi Natalie de onlara katılmıştı. Oldukça varlıklı olan Louis, *İğ ve Dokumacı* adındaki ticaret dergisinin yayımcısı olmuştu. Geleceğin matematikçisi oğlu Felix ise klasiklerde iyi bir temel edindiği Nicolai Gymnasium'a gidiyordu. Mart 1887'de *Abitur*'u geçmesinin ardından Felix okuldan ayrılarak tarihi Universität Leipzig'de astronomi ve matematik eğitimi gördü. Alışıldığı üzere üniversitede geçireceği dokuz dönemin ikisinde başka üniversitelere gitti. Felix tercihini Universität Freiburg ve Universität Berlin'den yana kullanmıştı. Hausdorff matematik ve astronominin yanı sıra ilahiyat, felsefe, dilbilim, edebiyat, müzik ve sosyal bilimler gibi çok değişik konularda dersler almıştı. 1891'de "Zur Theorie der astronomischen

Strahlenbrechung" (Astronomik Kırınım Kuramı Üzerine) başlıklı teziyle Leipzig'de doktora derecesini elde etti. Daha sonra gönüllü olarak piyade birliğine katıldı. Yeni anayasada ne yazarsa yazsın Hausdorff Yahudilerin Alman ordusunda subay olmalarının çok zor olduğunu gördü.

Bilimsel çalışmalarına devam eden Hausdorff 1895'te "Über die Extinktion des Lichtes in der Atmosphäre" (Atmosferdeki Işığın Soğurulması Üzerine) başlıklı *Habilitationsschrift*'ini sundu ve kısa bir süre sonra da *privatdozent*'liğe getirildi. Leipzig'de *privatdozent*'lere insanca davranılmadığından şikâyet ediyordu. 1901'de çalışmalarının karşılığında, özellikle de yeni konu olasılık kuramı üzerine verdiği dersler sayesinde doçentliğe getirildi. Hausdorff'un Yahudi olmasından dolayı öğretim kadrosunun üçte birlik gibi önemli bir kısmı bu görevlendirmeye karşı oy kullanmıştı. Tüm bunlar ileride yaşanacakların bir işaretiydi (bildiğimiz kadarıyla ne Jacobi ne de Kronecker böylesi bir tutumla karşılaşmıştı).

Hausdorff 1900'de, Leipzigli bir hahamın oğlu Yahudi doktor Sigismund Goldschmidt'in üç kızından biri Charlotte'la evlendi. Sigismund annesini erken yaşta kaybetmişti. Üvey annesi kadınların daha iyi eğitim almaları ve özgürleşmeleri için çok çaba sarf etmiş önemli bir kadındı. Sigismund'un kendisi de Alman Yahudilerinin kültürel kaynaşmasına inanan, özgürlüğünü elde etmiş bir Yahudiydi. Kızları Charlotte ve Sitta, Lutherciliği seçerek yetişkin yaşlarında vaftiz edilmişlerdi. Charlotte ile Felix'in evlenmelerinin hemen sonrasında doğan kızları Lenore da vaftiz edilmişti. Hausdorff'un kendisi hiç vaftiz edilmemiş olsa da aile tartışmasız bir şekilde "asimile olmuş" olarak değerlendirilebilirdi.

Hausdorff ailesinin dostları ve tanıdıkları arasında bir hukukçu, bir sanat yayımcısı, bir edebiyat profesörü, bir sanatçı ve bir şair vardı. Elbette bu kişilerle sınırlı olmayan bu geniş sosyal çevre Hausdorff'un ilk birkaç yayınının matematiğe ilişkin olmaması durumunu da açıklamaktadır. Bu yayınlar arasında insanın onurunu korumak için düelloya girmesi geleneğinin yeniden canlanmasını alaya alan *Doktorun Onuru* adlı bir oyun, "Kozmik Seçimde Kaos" başlıklı karanlık nitelikli felsefi bir deneme, *Büyük*

Sevinçler başlığı altında toplanmış bir şiir seçkisi ve Hausdorff'un görüşlerini yakından takip ettiği Nietzsche'nin felsefesinden etkilenmiş bir aforizmalar kitabı vardı. Tüm bu çalışmalar Paul Mongre takma adıyla yayımlanmıştı çünkü bir *privatdozent*'in böyle şeyler yazmasının uygunsuz olduğu düşünülürdü. Bu eserler yalnızca bir amatörün kaleminden çıkmış çalışmalar değildi. Örneğin tiyatro eseri Berlin'de son kez sahnelendiğinde yüzüncü temsile ulaşılmıştı.

O yıllarda Hausdorff'ların evindeki yaşantıya kısaca bir göz atalım. Akşam saatleri aile üyeleri ve dostlarla birlikte geçirilirdi. Birbirleriyle muhabbet etmekten büyük keyif alırlar, kimi zaman da müzik yaparlardı. Hausdorff ara sıra besteler de yapan çok iyi bir piyanistti. Daha sonra Hausdorff koyu çay ve puroları eşliğinde çalışma odasına çekilirdi. Çalışma odası kolay kolay kimsenin giremediği kutsal bir yerdi. Sabahları Hausdorff'un karısı çocuklara "Babanız uyuyor, sessiz olun," diye fısıldar, daha sonra Hausdorff uyanıp üniversiteye giderdi. Oldukça hassas bir kişiliğe sahip Hausdorff bunalımın sınırlarındaydı. Ayırtmanlık yaptığı dönemlerde öğrenciler onun alaycılığına maruz kalmaktan çok korkardı.

Yakınlardaki Universität Halle'de ders veren Cantor'un ortaya attığı yeni kümeler kuramıyla tanışması Hausdorff'un yaşamında bir dönüm noktası oldu. Hausdorff Leipzig, Halle ve Jena'daki matematikçilerin düzenli olarak gerçekleştirdikleri toplantılardan birinde Cantor'la tanıştı. Bildiğimiz gibi bu yeni kuram matematikçi ve felsefecilerden çok büyük bir tepki almıştı. Üstüne üstlük kuramın temel kavramlarına ilişkin Russell paradoksu gibi çelişkiler ortaya çıkmaya başlamıştı. Yine de Hausdorff, Nietzsche'nin izinden giderek bilimin her zaman oynak temeller üzerinde durduğuna inanıyordu.

Hausdorff 1910'da Leipzig'de elde edemediği sürekli kadroya kavuştuğu Bonn'a doçent olarak gitti. Burada 1912'de kümeler kuramı üzerine ders verdi. Komşuluk kavramının temel olarak alınacağı küme-kuramsal topolojinin temel kavramlarının tanımlanmasında kararlı bir ilerleme kaydetti. Dört yıl sonra Baltık Denizi

kıyısındaki Universität Greifswald'da profesörlüğe yükseldi. Başyapıtı *Grundzüge der Mengenlehre* (Kümeler Kuramının Temel Özellikleri) adlı eserini de 1914'ün ilkbaharında burada tamamladı. Hausdorff bu eserle adını uluslararası boyutta duyururken matematiğin pek çok alanındaki gelişmelerde eserin büyük bir etkisi oldu.

Pek çok açıdan *Grundzüge*'nin en özgün kısmı Hausdorff'un topolojik uzay kavramını komşuluklar sistemi terimleriyle ifade edilen bir dizi aksiyom aracılığıyla ortaya koyduğu bölümdü. Bu bölüme, daha sonra kısaltılmış haliyle pek çok baskısı yapılan *Mengenlehre*'de özetlenerek yer verilecekti. Bu yaklaşımın ipuçlarına Hilbert, Hurwitz, Frigyes Riesz, Weyl ve diğerlerinin özellikle manifoldlara ilişkin çalışmalarında rastlamak mümkündür. Bununla birlikte küme-kuramsal topolojinin temellerini oluşturan kişi olarak Hausdorff'un adı tartışmasız bir biçimde öne çıkar. Hausdorff tanımlarında dört aksiyom ortaya koyar. Bu aksiyomların sonuncusu bugün Hausdorff ayrılma aksiyomu olarak bilinmektedir. Kitabın anlatımı sistematik ve açıktır. *Grundzüge* Almanya, Avrupa'nın diğer ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri'nde ileri matematik çalışan sonraki kuşak üniversite öğretim üyeleri ve öğrencilerince sürekli kullanılan bir kitap olmuştur.

Hausdorff, Hadamard'ın hamiliğini yaptığı Fréchet'in 1906 tarihli tezini gayet iyi biliyordu. Bu tezde soyut genel topolojiye ilişkin ilk geçerli kuram yer almaktaydı. Tezde temel kavramların yanı sıra metrik uzay, tamlık kavramı, tıkızlık ve ayrılabilirlik gibi kavramlara da yer verilmişti. Avrupa ve Birleşik Devletler'de ilk büyük etkiyi yapan aslında Fréchet'in kuramıydı. Yine de 1920'lerin ortalarına gelindiğinde Fréchet'in öncü çalışması Hausdorff'un çalışmalarınca gölgede bırakılmıştı. *Grundzüge* 1914'te yayımlanmış olsa da savaş koşulları yüzünden Fréchet bu eseri ancak beş yıl sonra inceleyebilmişti. O zamana dek Hausdorff topolojinin temellerini ele alış biçimini Fréchet'in çalışmasını pek göz önüne almadan oturtmuştu.

Kendi yaklaşımını daha ileriye taşıyabilmek için Fréchet, soyut uzayların genel kuramı üzerine fonksiyon kuramına giriş olarak tasarladığı bir kitap kaleme aldı. Ne yazık ki kitap, ders kitabı olabilecek bir biçimde yazılmamıştı. Örneğin, çoğu zaman is-

patlar atlanmıştı. Her ikisi de çok hassas kişiler olan Fréchet ile Hausdorff anlaşılan hiç tanışmamışlar ve yazışmamışlardı.

Topolojinin öncüsü olarak Fréchet'e, Aleksandrov ve Sierpiński gibi kuramı geliştirmeye devam eden bir sonraki kuşağın temsilcilerince saygıyla yaklaşılmıştı. Yine de Fréchet'in katkıları sonraki gelişmelerde merkezi bir rol oynamamıştı. Fréchet'in çalışmasının Fransız akademi çevrelerince kabul görmesinde ilk başlarda yaşanan gecikmenin nedenlerinden biri de eserin soyut yapısıydı. Dönemin çok sayıda Fransız matematikçisi uygulamalar kısmından daha öteye geçememişti. Ayrıca, Cantor'un kümeler kuramı diğer ülkelere kıyasla daha az olsa da Fransa'da hâlâ tartışmalıydı. Bununla birlikte tüm meziyetlerine karşın Hausdorff'un kuramınca gölgelenen –ki bu Fréchet'in kolay kabul edebileceği bir durum değildi– kendi kuramında ısrar etmesi daha sonra yaşanan anlaşılamama sorununun belki de tek nedeniydi. Fréchet gençliğinde özellikle Doğu Avrupalı matematikçiler olmak üzere çok sayıda yabancı matematikçiyle iletişim halindeydi. Doğu Avrupa ülkeleri güçlü küme-kuramsal topoloji ekollerinin gelişeceği yerlerdi. Fréchet 1929'da Polska Akademia Nauk üyeliğine seçilirken pek çok kez aday gösterildiği Académie Royale des Sciences üyeliği içinse 1956'ya dek beklemesi gerekmişti.

Grundzüge'nin yayımlanmasından hemen birkaç ay sonra Avrupa savaşa tutuşmuştu. Sıradan vatandaşların yanı sıra Alman entelektüel dünyasının seçkinleri de yurtsever bir coşkuyla kuşatılmıştı. Yine de Almanya'nın yenilgisini takiben 1918'de gerçekleşen devrimin ardından kurulan yeni demokratik cumhuriyeti aynı seçkin sınıf desteklememişti. Profesörlerin büyük çoğunluğunun savaş öncesi muhafazakâr görüşleriyle tanındığı Greifswald'de yeni hükümeti destekleyen çok az kişi vardı. Hausdorff aktif bir üyesi olmadığı Alman Demokrat Partisi'nin yıllarca üyeliğini yaptı. Weimar Cumhuriyeti'ni destekleyen bu liberal partiye pek çok Yahudi de oy vermişti. Ne yazık ki ekonomik şartların kötüye gitmesiyle parti seçmenlerini kaybetti.

Bu arada Hausdorff bilimsel çalışmalarına devam ediyordu. Artık edebi eserler üretmez olmuştu. Başyapıtının yayımlanma-

sının ardından Avrupa ve Amerika'nın her yerinden matematikçilerle yazışmaya başlamış, özellikle Doğu Avrupa'nın ümit vaat eden genç matematikçileri onunla beraber çalışmaya gelir olmuştu. Bazı ölçüler üzerine çalışmış ve bu ölçülerle beraber kesirli değerler alabilen, bu ölçülerle ilişkili bir tür boyut ortaya atmıştı. Bu önemli kavramlar Hausdorff ölçüsü ve Hausdorff boyutu olarak bilinmektedir. Yakın bir zamana dek Hausdorff'un hızla gelişen kombinatorik topoloji konusuyla hiç ilgilenmediği düşünülürdü ama Rus topolog Aleksandrov'la yapmış olduğu yazışmaların gün ışığına çıkmasıyla durumun böyle olmadığı anlaşılmıştır. Hausdorff özellikle Aleksandrov'un kombinasyon yöntemlerinin açık örtülerin sinir komplekslerinin limitlerinin alınması yoluyla genel topolojik uzaylara uygulanması düşüncesinden çok etkilenmişti.

Hausdorff 1921'de profesör olarak Bonn'a döndü. İlk başta diğer matematik kürsüsünün sahibi Study'ydi. Study altı yıl sonra emekliye ayrıldığında yerine asıl ilgi alanı matematik eğitimi olan Otto Toeplitz getirildi. Hausdorff, Toeplitz'le iyi anlaşsa da her ikisi de hayli farklı kişiliklere ve bilimsel ilgi alanlarına sahipti. Her ikisi de Alman kültürü içinde erimiş, özgürlüklerini kazanmış Yahudilerdi. Toeplitz ailesi bazı Yahudi geleneklerini terk etmişti. Yine de Hausdorff ailesinden daha Yahudi oldukları kesindi. Hilbert'e göre Hausdorff o kadar Yahudi değildi ki Yahudi isimlerin bir profesörlük ataması için gündeme geldiği bir toplantıda Hilbert şöyle demişti: "Yahudi olmayan bir matematikçi ismi isterseniz pek de heveslisi olmadığım Bieberbach'ı ve Hausdorff'u söyleyebilirim." (Ludwig Bieberbach daha sonra matematik dünyasında Nazi politikalarını destekleyenlerin başında gelen kişilerden biri olarak öne çıkacaktı.)

Hausdorff meslek yaşantısının sonuna dek Bonn'da kaldı. Aile, o zamanki adı Hindenburgstrasse şimdiyse Hausdorffstrasse adını alan sakin bir sokaktaki huzurlu evlerinde yaşıyordu. Hausdorff mükemmel bir hocaydı, üniversitenin en yetenekli hocası olduğu düşünülüyordu. Araştırma alanındaysa Bonn'da geçirdiği ilk on yıl çok verimliydi. Genellikle kümeler kuramı ve küme-kuramsal

topoloji üzerine makaleler yayımladı. Daha sonra 1932'de Naziler iktidara geldi. III. Reich'ın ilk üç ayı beraberinde Yahudi ve sol entelektüeller ile kültür dünyasının müzisyen, sanatçı ve yazar gibi seçkinlerine yönelik saldırıyı getirdi. Bu durumu çok daha ileriye giden "mesleki kamu görevlerinin yeniden tesisi" içerikli yasal düzenleme takip etti. Bu düzenlemenin amacı insanların yeni rejime bağlılıklarını temin edecek biçimde devlet bürokrasisini yeniden düzenlemekti. Bu düzenlemeyle devlet ve belediye hizmetlerinden Yahudilerin yanı sıra "güvenilmez unsurlar", komünistler ve diğer politik muhalifler çıkarıldı. "Ari ırktan olmayanlar" ifadesinin açık şekli "Ari olmayan bir ırktan, özellikle de Yahudi anne-baba ya da büyükanne-büyükbabadan gelenler. Ebeveynlerden ya da büyükanne-büyükbabadan birinin Yahudi olması yeterlidir" idi.

Almanya'da üniversite profesörleri devlet memuru olduğundan yasa onlar için de geçerliydi. Sonuçta 1933'te 1200'e yakın akademik personel üniversitelerden atıldı. Yasanın bir diğer doğal sonucu akademik bir görev elde etme düşüncesindeki daha genç insanlar için de bu yolun kapanmasıydı. Yaşı daha ilerlemiş olanlar da ne yapacaklarına karar vermek zorundaydı. Bonn'da bu yasadan etkilenen on yedi akademik personel vardı. Bununla birlikte kapsam dışı kalanlar da oldu. Örneğin, savaşta yer almış olanlar ve Ağustos 1914'ten önce devlet hizmetine girmiş olanlar yasadan etkilenmemişti. Hausdorff ve Toeplitz ikinci koşulu sağladıklarından bu aşamada üniversiteden uzaklaştırılmadılar.

Hausdorff emeklilik yaşı olan altmış yediye varıncaya dek ders vermeye ve bilimsel çalışmalarına devam etti. Hausdorff'un üniversitedeki son öğretim dönemi 1934-35 kış sömestriydi. Bu dönemde tüm devlet memurlarından (kalan Yahudiler de dahil olmak üzere) Hitler'e bağlılık yemini etmeleri istendi. Ek hükümler yürürlüğe konarak Alman ya da akraba kanından gelip vatandaş olabilecekler ile Yahudiler gibi vatandaş olamayacaklar arasında bir ayrım getirildi. Daha da açık söylemek gerekirse Yahudilerin vatandaşlık hakları ortadan kaldırılarak o zamana dek kapsam dışı tutulmuş devlet görevindeki tüm Yahudi profesör, öğretmen, doktor, avukat ve noterler işlerini kaybetti. Böylece Toeplitz Aralık

1935'te kendisine çok düşük bir emekli aylığı bağlanarak üniversiteden uzaklaştırıldı. Hausdorff tam zamanında emekliye ayrılarak normal miktarda emekli aylığı almaya hak kazanmıştı.

Nazilerin Yahudi düşmanı politikaları önceden kolayca kestirilebilecek bir yapısı olan bir plan izlemiyordu. Geriye dönüp baktığımızda farklı aşamalar gözlemleyebilsek de çok sayıda Yahudi olayların olası gelişimlerini doğru okuyamamış ve yanlış bir karar sonucu Almanya'da kalmışlardır. Almanya'da yaşadıkları baskıya karşın yaşlı Yahudiler genellikle göç etmemeyi tercih etmişlerdi. Göç ettikleri takdirde yeni konulan sıkı düzenlemeler gereği tüm birikimlerini teslim etmeleri gerekiyordu. Bu durumda ülke dışında yeni bir hayata başlayabilmeleri için yalnızca on markları kalıyordu. 1933'ü takip eden ilk birkaç yılda çok sayıda göçmen Amerika'ya öğretmenlik yapmaya gitti. Bunun nedeni yaşı ilerlemiş profesörlerin orada yeni bir hayata başlamalarının neredeyse imkânsız olmasıydı. O zamanlar Avrupa ülkeleri bir yabancıya vatandaşlık hakkını ancak ülkeye gelen kişi kendi geçimini sağlayabiliyor ve sahip olduğu her şeyi beraberinde getiriyorsa veriyordu.

Yaklaşık 1936'ya dek süren ilk aşamada sayısız yasa ve kararnameyle Yahudiler aşağılandı, sindirildi ve tüm haklarından yoksun bırakıldı. Yine de önemli Yahudi firmalarının çoğu belki de Alman ekonomisinin hâlâ çok istikrarsız olmasından dolayı çalışmalarına devam edebildi. İçlerinde Hausdorff basım işinin de yer aldığı daha küçük firmalar ise "Arileştirildi". Bu ana dek Hausdorff emekli bir Yahudi akademisyen için "hayatın tamamıyla dayanılmaz olmadığını" düşünüyordu. Hausdorff teslimiyetçi bir tavır takınmışken Toeplitz daha aktifti. Toeplitz devlet okullarında aşağılanan Yahudi çocuklar için özel bir okul kurmuştu. Üniversitelerdeki durumu yakından takip ediyor, eski meslektaşlarının ve hatta dostlarının kayıtsızlığına tanık oluyordu. Toeplitz yakında neler olabileceğini gayet açık biçimde görüyordu.

İkinci aşama 1936'dan İkinci Dünya Savaşı'nın başlamasına dek sürdü. Bu aşamadaki plan Yahudilerin Almanya'daki yaşamlarını çekilmez kılarak onları göç etmeye zorlamaktı. Örneğin Ya-

hudilere ait mülkler büyük ölçekte kamulaştırıldı. Bunun ardında yatan düşünce ülke dışında bulunan varlıklı Yahudilerin sermayelerini yoksullaşmış Yahudilerin göç etme maliyetlerini karşılamak için kullanmaktı. Ancak dünyadaki diğer ülkeler Almanya'dan gelecek bu kadar büyük bir göçmen akımını karşılayabilecek durumda değildi. Toeplitz de Filistin'e göç edebilmek için elinden geleni yapıyordu ve nihayet bunda da başarılı oldu.

9 Kasım 1938'de *Kristallnacht pogrom* (Kristal Gece Pogromu) adını alan büyük çaplı sinagog yangınları, Yahudilerin ev ve mülklerinin tahrip edilmesi, dövülmeler ve tutuklamalar yaşandı. Bu olaylar Hausdorff'un ailesi ve arkadaşlarıyla yetmişinci yaş gününü kutlamasının hemen ertesi günü gerçekleşmişti. Aynı gece kalabalık bir topluluk Hausdorff'un evine gelerek "İşte orada, hahamların başı. Ayağınızı denk alın. Sizi Madagaskar'a göndereceğiz. Orada maymunlara matematik öğretirsiniz," diye bağırmışlardı. Hausdorff derinden sarsılmıştı. Naziler, Yahudi karşıtı bir dizi ağır önlem almaya devam etti. Yahudiler her türlü ticari etkinlikten çekilmek ve sahip oldukları tüm yatırım ve mülklerini devlete satmak zorundaydılar. Ayrıca, Yahudi toplumuna yönelik ağır para cezaları uygulanıyordu. Çok geçmeden, daha önce hazırlanmış olan toplama kampları, evlerinden sürüklenerek çıkarılan Yahudilerle dolup taşmaya başladı. Ertesi yıl Almanya'da yaşayan tüm Yahudilerin bir listesi yapıldı. Çoğu zaman yeni adlar almak durumunda kaldılar. Böylece Felix Hausdorff'un adı Felix Israel olmuştu. Yahudilere üzerlerine "J"* harfinin basıldığı yeni kimlik kartları dağıtıldı.

Hausdorff matematik çalışmalarına devam etse de yayın yapmayı kesmişti. 1939'un başlarında New York'taki Courant'a Amerika'da bir araştırma görevi bulunup bulunamayacağını sorduğu "kısa ama dokunaklı" bir mektup yazdı. Yapılabilecek hiçbir şey yoktu. Tehcir tüm hızıyla sürerken 1941'de "nihai çözüm" başlatıldı. Hausdorff'ları kurtarabilmenin yolları aransa da artık her şey için çok geçti. Bir süreliğine evlerinde, kaderlerini bek-

---

* Almanca Yahudi anlamına gelen Jüdisch sözcüğünün baş harfi. (ç.n.)

leyerek kalmalarına izin verilse de Ocak 1942'de Endenich adlı banliyödeki manastıra gitmeleri emredildi. Bu manastır Bonn'daki pek çok Yahudinin Theresienstadt'taki kampa gönderilmeden önce tutuldukları yerdi. Yetmiş üç yaşındaki Felix Hausdorff ve karısı Charlotte çok miktarda uyku hapı alarak 26 Ocak 1942'de sükûnet içinde ölmeyi seçti.

Elie Cartan (1869-1951)

Şimdiki yaşam öykümüzün kahramanı, Poincaré ve Hilbert'in ardından modern matematiğin önde gelen mimarlarından biridir. Tam adıyla Elie Joseph Cartan, Lyon ile Grenoble arasındaki Dauphiné bölgesinin büyükçe bir köyü olan Dolomieu'da 9 Nisan 1869'da dünyaya geldi. Köylü bir ailenin çocuğuydu. Kızlık soyadı Anne Cottaz olan annesi Dolomieu'nun yerlisiydi. Yakınlardaki başka bir köyden gelen babası Joseph Cartan ise köyün demircisiydi. Geleceğin matematikçisi çiftin dört çocuğundan ikincisiydi. Ablası Jeanne-Marie kadın terzisi, küçük erkek kardeşiyse babası gibi demirciydi. Kızlara yönelik Ecole Normale Supérieure'den mezun olduktan sonra çeşitli *lycée*'lerde matematik öğretmenliği

yapmış kız kardeşi Anna ise okullarda okutulan iki başarılı ders kitabının yazarıydı.

Köydeki ilkokulda eğitim hayatına başlayan Elie Cartan buradaki öğretmenlerinden sevgiyle söz ederdi. Bir öğretmeni onu şöyle hatırlıyordu: "Gözlerinin içinde parlayan fevkalade büyük bir zekâ ışıltısının yanında harikulade bir hafızaya sahip utangaç bir öğrenciydi. Onun için sorun oluşturabilecek hiçbir problem yoktu. Sınıfta anlatılanları daha öğretmen açıklamalarını bitirmeden anlardı." Fiziksel olarak küçük yapılı biriydi. Bu konuda babasına ya da kardeşine benzemiyordu.

Cartan'ın Fransız bilimcilerinin en ünlülerinden biri olması daha sonra adalet bakanı ve senato başkanı olacak genç siyasetçi Antonin Dubost'un teftiş için köydeki okula gelmesiyle mümkün olmuştu. Cartan, Dubost'u sürekli gelişen sağlam bir görüşe, güçlü bir zekâya, gerçeği bulma ve hep iyi şeyler yapma arzusu üzerine inşa edilmiş güçlü bir iyimserliğe sahip biri olarak tasvir ediyordu. Daha sonra Cartan şu notu düşecekti: "Dubost'un ziyareti tüm yaşamımı değiştirdi." Küçük çocuğun sıra dışı yeteneklerinden hayli etkilenen Dubost, Cartan'a ulusal eğitim sisteminin ikinci basamağını oluşturan okullardan bir *lycée*'ye girmesini sağlayacak bir burs peşinde koşmasını tavsiye etti. Henüz on yaşındaki Cartan, Dauphiné'nin eski merkezi Vienne'deki *collège*'e girmesini sağlayan bir burs kazandı.

Vienne'de geçirdiği beş yılın ardından Cartan, o zamanki merkez olan Grenoble'daki benzer bir okula geçiş yaptı. Buradaki iki yılın sonrasında bir yıllığına Paris'teki Lycée Janson-de-Sailly'de matematik bilimleri eğitimi aldı. İleride Fransa'nın en ünlü fizikçilerinden ve aynı zamanda Cartan'ın ömür boyu dostu olacak Jean-Baptiste Perrin'le Paris'te sınıf arkadaşıydı. Matematikçi olmaya karar veren Cartan on dokuz yaşında Ecole Normale Supérieure'e kaydını yaptırdı. Cartan, bu okulda ve Sorbonne'da kendisini en çok etkileyen hocaları Hermite, Tannery, Darboux, Appell, Picard ve Goursat şeklinde sayıyordu. Bu matematikçilerin izlerine Cartan'ın daha sonraki çalışmalarında rastlamak mümkün. Yine de en büyük etkiyi, Cartan'ın dikkatini grup kuramının geometrik uygulamalarına çeviren Poincaré yapmıştı.

Ecole Normale Supérieure'den mezun olmasının ardından Cartan bir yıllık mecburi askerlik görevini çavuş olarak yerine getirdi. Bu sırada dostu ve sınıf arkadaşı Arthur Tresse, o zamanlar pek çok Fransız matematikçinin yaptığı gibi bir yıllığına gittiği Leipzig'de Sophus Lie'nin yanında çalışmalarını sürdürüyordu. Lie'nin çalışmalarıyla ilgilenmeye başlayan Cartan, 1892'de Darboux ve Paul Tannery'nin daveti üzerine altı aylığına Paris'e gelen Lie'yle tanışma fırsatını yakaladı. Cartan, Lie'nin "büyük bir iyi niyetle genç Fransız matematikçilerin araştırmalarıyla" ilgilendiğini hatırlıyordu. Bu dönemde Lie'yi sık sık genç matematikçilerle birlikte Saint-Michel Bulvarı'ndaki Café de la Source'da görmek mümkündü. Cartan şöyle devam ediyor: "Beyaz mermer masanın üstünün Lie'nin düşüncelerini anlatmak için kurşunkalemle yazdığı formüllerle kaplanması alışılmadık bir durum değildi. Lie uzun yapısıyla tam bir kuzeyli gibi görünüyordu. Yüzünü çevreleyen sarı sakalları ve gözlüklerinin ardından parlayan gri-mavi gözleri vardı. İnsan kendini onun yanında peşinen ortaya koyduğu samimiyeti ve bağlılık duygusuyla çok rahat hissederdi. Gelecek kuşaklar onu dönüşüm grupları kuramını yaratan dâhi olarak tanıyacaklardır. Biz Fransızlarsa, bizi ona bağlayan ve hatırasını ölümsüz kılan bağları asla unutamayacağız."

Şimdi öykümüze dahil olacak Wilhelm Killing, Weierstrass'ın yanında yaptığı doktorasını tamamlarken Kummer'den de çok etkilenmişti. Killing, doktorasından sonra on dört yıl boyunca öğretmenlik yapmıştı. Killing 1882'de Weierstrass'ın önerisiyle Doğu Prusya kasabası Braunsberg'deki Roman Katolik okulunda matematik profesörlüğüne getirildi. Killing on yıl sonra benzer bir görevle memleketi Vestfalya'daki Universität Münster'e geçti. Burada *Annalen*'de çıkan "Die zusammensetzung der stetigen endlichen transformationsgruppen" (Sonlu Sürekli Dönüşüm Gruplarının Yapısı) başlıklı klasikleşmiş raporunu kaleme aldı. Bu raporda kompleks sayılar üzerindeki tüm sonlu boyutlu Lie cebirlerinin sayılmasına yer verilmişti. Yayımlanmasının ardından raporda bazı hatalar bulundu. Lie, Killing'in çalışmasına şiddetle karşı çıkarak öğrencilerinden bu eseri okumamalarını istedi.

İki yıl boyunca Killing'in çalışmasını derinlemesine inceleyen Cartan, bazı kusurlar ve eksik ifadeler olmasına karşın çalışmanın temelde doğru olduğu düşüncesine vardı. Cartan doktora tezi kapsamında hatalarından uzak durduğu Killing'in güçlü yöntemlerini kullanarak basit Lie gruplarının eksiksiz bir sınıflandırmasını yaptı. "Sürekli Dönüşüm Gruplarının Yapısı" başlıklı tezi kitap olarak yayımlandı. Daha sonra beklenebileceği gibi Cartan'ın adı, Cartan integralleri ya da Cartan cebiri gibi kuramın bazı önemli kavramlarıyla bütünleşmeye başladı. Aslında bu kavramlar bazı hatalar içerse de esas olarak Killing'e aitti. Yine de bizlere, tartışmasız Cartan'a ait pek çok matematik bilgisi kalmıştır.

Cartan'ın mesleki yaşantısı 1894'te iki yıllığına okutmanlık yaptığı Université de Montpellier'de başlamıştı. Bu görevi takiben yedi yıl boyunca Université de Lyon'da çalıştı. Lyon'dayken 1903'te Marie-Louise Bianconi'yle evlendi. Marie-Louise'in babası Korsika doğumlu, Chambéry'de görev yapmış eski bir kimya profesörüydü. O dönemde Lyon'da "inspecteur d'Académie"* görevinde bulunuyordu. Aynı yıl Cartan, Nancy Université'de profesörlük görevine getirildi. Bu görevini Sorbonne'da önce okutman daha sonra da profesör olmak için Paris'e gittiği 1909'a dek sürdürecekti. 1915'te kırk altı yaşındayken askere çağırılarak Ecole Normale Supérieure yakınlarındaki bir hastanede çalışması istendi. Cartan 1917'den 1936'ya dek ailesiyle birlikte Versailles yakınlarında, o zamanki adıyla Le Chesnay köyünde yaşadı. Buradan Paris'e taşındılar. Porte d'Orléans yakınlarında tuttukları bir ev dışında Cartan, ailecek tatillerini geçirdikleri doğum yeri Dolomieu'da da bir ev yaptırdı.

Cartan araştırmalarında asıl olarak Riemann geometrisine doğru yöneliyordu. Ortaya koyduğu küresel yöntemler sayesinde tüm konu yeniden canlılık kazanmış, lif demeti kavramına dayanan modern yaklaşımın yolunu açmıştı. Cartan yıllar boyunca hep kendi başına çalışmıştı. Bu denli yalnız kalması kısmen aşırı alçakgönüllülüğünden kaynaklanırken kısmen de yirminci yüzyılın ilk

---

* Akademi müfettişi. (ç.n.)

yıllarında Fransız matematiğinin geometriden ziyade analiz üzerine yoğunlaşmasındandı. 1920'lerde Hermann Weyl, Cartan'ın çalışmalarıyla ilgilenmeye başladığında durum değişti. Ancak bu gelişmeden sonra Cartan matematik dünyasının dev isimlerinden biri olarak kabul görmeye başlamıştı. Lie gibi o da sürekli grupların davranışını anlamaya çalışan bir geometriciydi. Lie çok sayıda doğurgan düşünceye sahipken Cartan, kuramın Grassmann'ın öncü çalışmasından kaynağını alan cebirsel yönleriyle ilgilenme konusunda çok daha büyük bir hünere sahipti. Lie kuramını modern matematiğin temel bir bileşeni haline getiren genişletme ve uygulamalarda öncelikle Cartan ve daha sonra Weyl'in adı ön plana çıkıyordu.

Cartan Sorbonne'dan 1940'ta emekliye ayrılarak yaşamının son yıllarını Ecole Normale Supérieure'de kadınlara matematik dersleri vererek geçirdi. Uzun süren bir hastalık dönemi sonrasında 6 Mayıs 1951'de seksen bir yaşında Paris'te yaşamını yitirdi. Kendisine verilen pek çok akademik onurun yanı sıra 1931'de Académie Royale des Sciences üyeliğine seçildi. Dört çocuğundan Hélène, Lycée Fénelon'da matematik öğretmeni olurken besteci olan Jean genç yaşta veremden öldü. Louis, Université de Poitiers'de doktordu. İkinci Dünya Savaşı'nda Direniş'te aktif bir şekilde yer aldı. Hapiste tutulduğu on beş ayın ardından Alman yetkililer otuz dört yaşındaki Louis'yi giyotine gönderdi. Dört kardeşten tek hayatta kalan Henri, kendi kuşağının başta gelen matematikçilerinden biridir. Potansiyel kuramı, cebirsel topoloji ve çok sayıda kompleks değişkene sahip fonksiyonlar kuramı üzerine yaptığı çalışmalarla tanınmaktadır.

Elie Cartan 1940'ta yaptığı bir konuşmada matematiğe ilişkin genel düşüncelerini şöyle açıklamıştır:

> Matematik, herhangi bir bilim dalından daha fazla birbirini takip eden bir dizi soyutlamayla ilerler. Hata yapmama isteği matematikçileri ele alınan problemlerin ve birimlerin özünü bulmaya ve bunu tecrit etmeye zorlar. Bu durumu uç noktaya taşırsak bu yöntem, bir matematikçi ne, ne üzerine konuştuğunu bilen bir bilimcidir ne de üzerine konuştuğu şeyin var olup olmadı-

ğı belli bile olmayan biridir şeklindeki ünlü şakayı doğrular niteliktedir. Yine de Fransız matematikçiler hiçbir zaman kendilerini gerçeklikten koparmayı istememişlerdir. İhtiyaç duyulsa dahi mantığın vazgeçilmez olmadığını bilmektedirler. İnsani herhangi bir etkinlikte olduğu gibi matematiksel etkinlikte de kişi değerler arasında bir denge tutturmalıdır. Doğru düşünce biçiminin önemi tartışılmaz ama doğru problemleri masaya yatırmak bundan daha da önemlidir. Bu açıdan bakıldığında Fransız matematikçilerin her zaman ne üzerine konuştuklarını bildiklerini ve aynı zamanda çözümleri bilimin bir bütün olarak gelişmesinde en büyük etkiye sahip en temel problemleri seçme konusunda doğru bir sezgiye sahip olduklarını rahatça söylemek mümkündür.

Emile Borel (1871-1956)

Bu kitapta yaşam öykülerine yer verdiğimiz ünlü Fransız matematikçiler dizisinin son üyesi Emile Borel yirminci yüzyılın en güçlü matematikçilerinden biriydi. Borel, kompleks analiz başta olmak üzere matematiğin farklı alanlarındaki çalışmalarında büyük bir hüner sergilemiş olmasının yanı sıra popüler yazılarıyla birlikte akademik ve ulusal politikaların belirlenmesinde oynadığı rol sayesinde aynı zamanda matematik çevrelerinin kamu önündeki temsilcisi konumundaydı. Matematiğe ve matematiğin nasıl desteklenmesi gerektiğine ilişkin düşünceleri, Fransa'nın bu konudaki ulusal politikası üzerinde büyük etki yapmıştır.

Saint-Affrique Güneybatı Fransa'da Aveyron İli'ndeki bir kasabadır. Protestan Reform Kilisesi'nde rahip olan Honoré Borel

yakınlardaki Montauban kentinden bir sanatçının oğluydu. Karısı Emilie (kızlık soyadı Teissie-Solier) ise bölgenin kumaş ticaretiyle uğraşan varlıklı bir ailesinden geliyordu. Oğulları Félix Edouard Justin Emile, kısaca Emile, 7 Ocak 1871'de dünyaya geldi. En küçük ve aynı zamanda tek erkek çocuktu. Ablaları yaşça ondan epey büyüklerdi. Borel ailesi, babalarının mahallelerindeki Protestan ailelerin çocuklarına yönelik bir okul yönettiği on sekizinci yüzyıldan kalma büyük bir evde yaşıyordu. Geleceğin matematikçisi de eğitimine bu okulda başlamıştı. Emile on iki yaşına geldiğinde Montauban'daki *lycée*'ye gönderildi. Burada Lebeau adında Protestan bir rahiple evlenmiş küçük ablasının yanında kaldı.

Montauban'dan sonra genç Borel Paris'teki Saint-Barbe Koleji'ne gitti. Burada olduğu dönemde ünlü Lycée Louis-le-Grand'daki derslere katılarak Ecole Normale ve Ecole Polytechnique'in zorlu giriş sınavlarına hazırlandı. Çok küçük yaşlardan itibaren parlak biri olduğu anlaşılan Borel on sekiz yaşında tıpkı kendisinden önce Darboux ve Hadamard'ın yaptığı gibi her iki okula giriş listesinde de en üst sırada yer aldı. Borel ayrıca 1889'da yapılan matematik alanındaki ulusal Concours Général'de de birincilik ödülünü kazandı. Hadamard ise kendi girdiği yıldaki sınavda ancak ikinci olabilmişti.

Darboux'nun oğluyla aynı *lycée*'de okuyan Borel kurduğu arkadaşlık sayesinde Darboux ailesinin bir parçası gibi olmuştu. Borel o günleri daha sonra şöyle hatırlayacaktı: "Rue Gay-Lussac'taki sade, beş katlı binanın kapıları taşralı genç öğrenciye sıcacık bir iyi niyetle açılmıştı. Oradayken pek çok şey öğrenmiştim. En başta Ecole Normale, insanın yalnızca öğretmen olmasını sağlamıyor bilimsel araştırmalara hazırlanmasının da yolunu açıyordu. Araştırmaya adanmış bir yaşamdan alınabilecek entelektüel tatminin değerini daha iyi anlamaya başlamıştım." Seçkin Fransız entelektüellerinin beşiği Ecole Polytechnique'ten ziyade ülkenin en parlak ve en yetenekli gençlerinin çalışarak, konuşarak ve birbirine sıkı sıkıya bağlı bir topluluk içinde iyice kaynaşarak gelişimlerinin en etkili üç yılını geçirdikleri Ecole Normale'di. Ecole Polytechnique'in bir iş sahibi olabilmek açısından daha avantajlı bir okul olduğunu ileri

süren aile dostlarının aksine Borel, Darboux ve Hadamard'ın izinden giderek Ecole Normale'i tercih etti. Borel'in burada edindiği dostluklar onun sonraki yıllarda gerçekleştirdiği geniş bir yelpazedeki kültürel ve siyasal etkinliklerinin de yolunu açmıştı. Parlak bir öğrencilik döneminin ardından 1892'de mezun oldu. Aynı yıl *agrégation* sınavında birinci oldu. Yine aynı yıl Darboux'nun önerdiği bir konu üzerine ilk önemli raporunu yayımladı.

Borel iki yıl sonraki tezinde tamamen farklı ve bağımsız bir konuya yönelecekti. Borel, ileride geliştirecekleri düşüncelerin tohumlarını, yaptıkları tezlerde atmış olan matematikçilerden biriydi. Tez 1895'te mütevazı *Sur quelques points de la théorie des fonctions* (Fonksiyonlar Kuramında Bazı Noktalar Üzerine) başlığıyla yayımlanmasının hemen ardından uluslararası boyutta ilgi çekti. Elli sayfayı geçmeyen tez çok sayıda düşünceyle doluydu. Ölçü kuramı, ıraksak seriler kuramı, analitik olmayan uzanım kuramı ve sözde analitik fonksiyonlar kuramının tümü ilk kez bu tezde yer alan düşüncelerden türemiş çalışmalardı.

Borel zorunlu askerlik görevini Montpellier'de mühendisler arasında, matematik çalışmalarından tamamen kopmak zorunda kalmadan yapmıştı. Henüz 1893'te Université de Lille'de okutman olarak ilk akademik görevine getirilmişti. Lille'de geçirdiği dört yıl çok verimliydi. Yayımlanan yirmi iki araştırma makalesinin yanı sıra hâlâ yayımlanmayı bekleyenler vardı. 1897'nin başında mezun olduğu okula geri döndü. Kökleri Güneybatı Fransa'da olsa ve Saint-Affrique'e duyduğu bağlılık hiç eksilmeden sonuna dek devam etse de Paris, Borel'in yaşamının sonuna dek kalacağı üssüydü.

Tezinin hemen ardından birkaç önemli çalışma geldi. 1896'nın başlarında Borel'in ıraksak serilerin toplamına ilişkin ilk raporu yayımlandı. Bunu 1899'daki ıraksak serilere ilişkin ünlü rapor takip etti. 1898'de Académie Royale des Sciences'ın büyük ödülüne layık görülen bu rapor konuyu sistematik olarak ele alan ilk çalışmaydı. Borel 1896'da meromorf fonksiyonların esaslı tekilliklerin yakınlarında aldığı değerlerden yola çıkarak Picard teoreminin de basit bir ispatını yapmıştı. Picard bu önemli sonuca on yedi yıl önce ulaştı-

ğından beri peşinde koşulan bu ispat o zaman büyük bir heyecan uyandırmıştı. Borel'in ertesi yıl *Acta*'da yayımlanan "Tam Fonksiyonların Sıfırları" başlıklı raporunda daha da geliştirdiği yöntemi, analitik fonksiyonların aldığı değerlerin dağılımına ilişkin metrik kuramın da başlangıcı oldu. Bu kuram, bir kuşaktan daha uzun bir süre için fonksiyon kuramında önemli bir konu olacaktı.

Borel 1898'de ilk ve belki de en etkili kitabını yayımladı. *Leçons sur la théorie des fonctions* (Fonksiyon Kuramı Üzerine Dersler) adındaki bu kitap Ecole Normale Supérieure'de verdiği derslere dayanıyordu. Borel eserin ilk üç bölümünde kümeler kuramını didaktik bir tarzla anlatmaktadır. Kümeler kuramının bu ölçekte anlatılışı herhangi bir dilde ilk kez gerçekleşmiştir. Borel üçüncü bölümün sonunda, kitaba sıra dışı özelliğini ve önemini veren ölçülebilir kümeleri (Borel bugünkü şekliyle kullanmıştır) açıkça tanımlayarak ilk kez kendi ölçü kuramını açıklar. Kitabın geri kalan kısmı daha çok tezinin bir özeti şeklindeydi. *Leçons sur la théorie des fonctions* kitabı, *Borel Risaleleri* olarak bilinen birkaç ciltlik bir dizinin yayımlanmasına neden olmuştu. İlk başta bu ciltlerin tamamı Borel tarafından yazılmıştı. Toplam sayısı elliye ulaşan ciltlerden yalnızca onunu Borel'in kaleme aldığı dizi, en yeni ve güncel çalışmaları düzenli bir şekilde sunarak matematiğe çok önemli bir hizmette bulunmuştu. Bu hizmetlerin en başında kümeler kuramının gerçek ve kompleks fonksiyonlara uygulanması yer alıyordu ki tüm bunlar bu düşüncelerin henüz çok iyi bilinmediği bir zamanda gerçekleşmişti.

Borel'in ağzından düşüncelerinin kökenini ve nasıl geliştiklerini dinleyelim: "Beni fonksiyonlar kuramına doğru yönelten, her şeyden önce Hermite'in öğretisiydi. Cauchy'yi öğrenmemi ve ona hayran olmamı sağlayan Hermite'tir ve bu hayranlığım modern analizin gerçek kurucusu olan bu adamı daha yakından tanıdıkça artarak devam etmiştir." Cauchy'ye duyulan bu hayranlık beraberinde bir tarafgirliği de getirir. Borel, Cauchy'nin bir türevin varlığına dayanan monojen fonksiyon kavramın Weierstrass'ın bütünüyle güç serilerinin uzanımınca tanımlanan analitik fonksiyon kavramına kıyasla çok daha genel olduğunu gösterme arzusu

taşıyordu. Şimdi herkesin kabul ettiği bu düşünce o zamanlar sapkınlık gibi görülüyordu.

Borel bilimsel jübile töreninde, gençlik yıllarında üzerinde etkisi olmuş bazı matematikçilere değindikten sonra konuşmasını şöyle sürdürmüştü: "Kendisiyle daha sonra 1897'deki Zürich Kongresi'nde tanışma mutluluğuna eriştiğim Georg Cantor'un eserlerini daha yirmi yaşımda okumaya başlayarak çoktan yoldan çıkmıştım." Cantor'un çalışmaları bazı çevrelerce biliniyor, takdir ediliyor ve Poincaré'nin otomorf fonksiyonlar kuramında yaptığı gibi kümeler kuramının sınırlı uygulamaları bulunmuş olsa da Borel, Baire ve Lebesgue çağdaş reel değişkenli fonksiyonlar kuramına giden yolu açana dek bu konuda önemli hiçbir ilerleme kaydedilememişti.

Borel'in ölçü kuramı ilerleme yönünde atılan ilk adımdı. Borel ve Lebesgue'in yaklaşımları esas olarak metrikken Baire'inkiyse daha topolojikti. Daha sonra Borel ile Lebesgue arasında yaşanan öncelik tartışması Borel'i çok üzmüş ve mutsuz etmişti. Lebesgue şöyle diyordu: "Mösyö Borel (ölçü) kuramı(nı) tamamlamamış yalnızca onun temellerini ortaya koymuştur. Mösyö Borel'in ana hatlarıyla ortaya koyduğu kuramı gerektiğinde tamamlamak ve kullanıma sunmak benim için çok kolay oldu." Lebesgue'in integral almanın nasıl tanımlanacağı gibi konularda Borel'in düşüncelerini geliştirdiği çok açıktı ama Lebesgue ölçü kavramının sahibi Borel'e hak ettiği övgüyü verme konusunda isteksizdi. Görünüşe göre hiçbiri Henry Smith'in yirmi yılı aşkın bir süre önce ölçü kavramı ile integrasyon kuramı arasındaki ilişki üzerine yazmış olduklarından haberdar değildi.

Borel'in yaşamında daha sonra çok yer kaplayacak idari makamlardaki staj dönemi çok erken başlamıştı. Borel Paris'e dönüşünde Société Mathématique de France'ın sekreterliğine ve derneğin *Bulletin* adlı dergisinin yazı işleri müdürlüğüne getirildi. 1905'te derneğin başkanlığını yaptı. Borel, 1897'de Zürich'te düzenlenen ilk Uluslararası Matematikçiler Kongresi'nin yazmanlarından biriydi. 1900'de on yıl boyunca sürdüreceği Ecole Navale giriş sınavları ayırtmanlığına getirildi. Böylece yirmi beş yıl sonra bakanlığına atanacağı donanmayla ilk resmi ilişkisine girmiş

oldu. Borel Ekim 1901'de meslektaşı Paul Appell'in on yedi yaşındaki kızı Marguerite'le evlendi. Kocasına pek çok konuda yardımcı olan Marguerite aynı zamanda başarılı bir yazardı. Camille Marbo takma adıyla otuzu aşkın kitap yazmış, Société des Gens de Lettres'in başkanlığına getirilmişti. Çiftin hiç çocuğu olmayınca Borel'in yeğeni Fernard Lebeau'yu anne ve babasının ölümünün ardında evlat edindiler.

Sonraki birkaç yıl boyunca Borel daha çok, öncü çalışmasını geliştirmek ve bunu mümkün olduğunca kullanabilmek için çalışmalar yaptı. Akademiden üç ödül daha kazandı. Bunlardan 1905'te verilen sonuncusu, Petit-d'Ormoy Ödülü Borel için *la Revue du Mois* adıyla bir dergi çıkarmaya başlamasına yetecek denli değerliydi. Yayın hayatına 1906'da başlayan dergi ilk başlarda çok başarılı oldu. Borel'in yönetimindeki dergiye mutlaka bilimle ilgisi olması gerekmeyen çok değişik konular üzerine seçkin yazarlarca kaleme alınmış yazılar geliyordu. Ne yazık ki Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra yaşanan maddi sıkıntılar yüzünden dergi 1920'de kapandı. Bu durum Borel'i büyük bir hayal kırıklığına uğratmasına karşın dergi bir daha yayın hayatına dönmedi.

Hemen hemen *Revue*'nün kurulduğu zamanlarda Borel'in sayıları yüze yaklaşan yayınlarının başlıkları da çok geniş bir alandaki konu başlıklarını özellikle de olasılık konusunu yansıtıyordu. 1905'te Borel popüler bir kitapla birlikte olasılığa ilişkin ilk araştırma makalesini yayımladı. Borel makalesinde olasılık dilinin nokta-kümeler ölçülerine ilişkin bir şeyler söyleyebilmek için uygun olduğuna dair önemli gözlemine yer veriyordu. Dört yıl sonra sayılabilir olay üzerinde olasılık kavramını ortaya attığında geleneksel sonlu ve "geometrik" (sürekli) olasılık arasındaki boşluğu da doldurmuş oldu. 1909 tarihli aynı makalede Borel, büyük sayılara ilişkin güçlü yasanın özel bir durumunu da kanıtlamıştı. Yine de Borel sayılabilirin ötesindeki gerçek sonsuz kavramına ve yapıcı olmayan tanımlara şüpheyle yaklaşıyordu. Borel bu temkinli yaklaşımı sayesinde diğer matematikçilerin düştüğü tuzaklardan kendini uzak tutabilse de gözü pekliğin sağlayacağı bazı fırsatlardan da kendini mahrum bırakmış oldu. Lebesgue, Baire, Fréchet ve diğer bazı matematikçiler küre-kuramsal ve ölçü-kuramsal düşünce-

lerden çok daha fazla yararlanmış, böylece yirminci yüzyılın ortalarında rastlanan soyut analize giden yolu açan kişiler olmuşlardı.

Borel'in esas ilgi alanı geleneksel analizdi. Tezinde ortaya attığı bir fonksiyonun tekilliklerden oluşan yeterince ince bir engelden uzanımı olasılığına ilişkin geniş kapsamlı problem için hâlâ doyurucu bir çözüm bulunamamıştı. 1909'da Université de Paris'de kendisi için kurulan fonksiyonlar kuramı kürsüsünde profesörlüğe getirildi. 1910'da yirmi altı yıldır Ecole Normale'in bilimsel yöneticiliğini yapan Paul Tannery'nin beklenmedik ölümü üzerine bu göreve getirildi. Borel bu görevlendirmeyi o ana dek meslek yaşantısında gerçekleşmiş en önemli olay olarak görmüştü. Pasteur'den sonra bu göreve getirilen kesinlikle en seçkin kişilerden biriydi. Borel'in göreve başlaması ile savaşın patlak vermesi arasında geçen dört yıl kendi deyimiyle yaşamının en mutlu dönemlerinden biriydi. İlk bakışta Borel'in konumunda, kariyerinin zirvesindeki bir matematikçinin neden yalnızca çalışmaların yönetimini üstlenip okuldaki "*scientifique*'lerin"* de sorumluluğunu *in loco parentis*** almak istemediğini düşünmek şaşırtıcı olabilir. Ancak bu konuda Borel'in herhangi bir tereddüdü yok gibiydi. Kendi tabiriyle burada yaptığı görev "un honneur immerité"*** idi. Borel'in görevi gereği okulda ikamet etmesi gerektiğinden evlat edindikleri çocuklarıyla birlikte Arago Bulvarı'ndaki evlerinden ayrılarak ailecek Ecole Normale'deki lojmana yerleştiler.

Sorbonne'daki büyük amfilerin birinde kalabalık bir dinleyici topluluğunun önündeki üniversite öğretim üyesi Borel'e kısa bir göz atmak için seçkin İngiliz analizci Edward Collingwood'a (daha sonra "sir" unvanı aldı) kulak verelim: "Tavırları tumturaklı ama tarzı canlı ve eğlendiriciydi. Ağzından dökülen sözcükler bugün bile aklımdadır. Ders dinleyicilerden gelen ürkek bir alkışla sona erdi. Her zaman ufuk açıcı bir deneyimdi. Kabul, Borel ürkütücü görünebilir ama genç bir yabancı olarak rue de Bac'taki evinde nasıl sıcak bir şekilde karşılandığım ve bana Paris ziyaretim boyunca

---

* Fransızca "bilimci" anlamına gelen sözcük. (ç.n.)

** "Ebeveynleri gibi", "ebeveynleri yerine" anlamında kullanılan Latince söz öbeği. (ç.n.)

*** Fransızca, "hak edilmemiş onur". (ç.n.)

verdiği yardım ve tavsiyeler hep aklımdadır. Zihinsel gücü ve otoritesinin etkisi de bundan daha aşağı kalır değildi."

1911'de Borel'ler meşhur bir davanın ortasında kaldı. Marguerite bir süredir, aralarında yakın zamanda karısından ayrılmış fizikçi Paul Langevin ve bir süre önce kocasını kaybetmiş ünlü kimyacı Marie Curie'nin de yer aldığı Paris'in genç bilimcilerinin müdavimi olduğu salon toplantıları düzenliyordu. Aralarındaki hayli masum ilişkiye karşın basın, Curie'nin Langevin'e dikkatsizce yazdığı mektuplara ulaştı. İkilinin gizlice kaçtığına ilişkin (gerçek olmayan) hikâye Paris gazetelerinde yayımlanınca çok geçmeden herkes bu haberi konuşur olmuştu. Birkaç gün sonra Stockholm'den Marie Curie'nin Nobel Kimya Ödülü'nü (daha önce de kocasıyla Nobel Fizik Ödülü'nü paylaşmıştı) aldığını haber veren telgraf geldiğinde olay daha da bilinir hale geldi. Daha sonra mektuplardan pasajlar yayımlanmaya başladı. Marie altüst olmuş, intihar etmeyi düşünür hale gelmişti. Marguerite Marie'yi alarak onu gazetecilerden uzakta olabileceği Ecole Normale Supérieure'e götürdü. Eğitim bakanı, Borel'e Curie'yi burada saklamamaları gerektiğini bildirdi. Fen fakültesi dekanı ve aynı zamanda Borel'in kayınpederi Paul Appell o ana dek Marie Curie'nin sadık bir destekçisi olsa da Borel'lerin bu işe dahil olmaları nedeniyle küplere binmişti. Diğer pek çok kişiyle birlikte Paul Appell de Marie'nin, ailesinin bazı fertlerinin yaptığı gibi doğum yeri Polonya'ya dönmesi gerektiğini düşünüyordu. En sonunda Curie bütün bu olanlara göğüs gererek Stockholm'e gitmeye karar verdi. Nobel Ödülü'nü kendi elleriyle alacaktı.

Ağustos 1914'te savaşın başlamasıyla Borel'in meslek yaşantısındaki ilk aşama da sona ermiş oldu. Savaş, olayların akışının bir süreliğine sekteye uğrayıp sonra yeniden düzeldiği tatsız bir kesinti dönemi değildi. Her şey tamamıyla değişmişti. Özellikle işi savaştan çok etkilenmişti. Yeni araştırma alanlarının hızla çoğalmasının yanında yeni girişimler de ortaya çıkmıştı. 1910'da Borel'in Paul Painlevé'yle birlikte yazdığı ilk popüler çalışması *l'aviation* (Havacılık) yayımlanmıştı. Bu kitap *La nouvelle collection scientifique* (Yeni Bilimsel Seçki) adlı yeni bir serinin ilk eseriydi. Borel diğer işlerinin üzerine bir de bu serinin editörlüğünü üstlenmişti. Aynı

seriden 1914 yılında şans oyunları üzerine yazdığı ünlü kitabı *Le hazard*'ı (Risk) çıkardı. Aynı yıl görelilik kuramı üzerine kısa ders notlarının yer aldığı bir kitapla birlikte *Introduction géométrique à quelques théories physiques* (Bazı Fiziksel Kuramlara Fiziksel Giriş) adıyla, kinetik gaz kuramına ilişkin olanların da dahil olduğu matematiksel fizik yazılarından bir seçki yayımladı. Borel yine aynı dönem içinde, monojen analitik olmayan fonksiyonlar kuramının 1912'de yayımlanması ve beş yıl sonra da bu kuramın bir kitap halinde kati olarak ele alınmasıyla fonksiyonlar kuramı üzerine yaptığı çalışmaları tamamlamıştı.

Birinci Dünya Savaşı'nın ilk zamanlarında Marguerite bir hastanenin yönetimini üzerine alırken Borel de kısmen Paris'te kısmen de cephede yürüttüğü ses dalgalarıyla mesafe bulma projesine girişti. Fransa'da genç bilimciler cepheye gönderilirken İngiltere'de ve Almanya'da ise durum farklıydı. Savaş bakanlığına getirilen Painlevé Borel'i, Hadamard gibi matematikçilerin çalıştığı askeri araştırmaların merkezi konumundaki *Direction des Inventions* başkanı olarak görevlendirdi. Daha sonra başbakanlığa yükselen Painlevé bu kez de Borel'i bakanlar kurulu genel sekreterliğine getirdi. Painlevé hükümeti düştüğünde Borel bir süreliğine yeniden cepheye döndü ama yaşamış olduğu bu deneyimden sonra kamu yaşamı üzerine daha fazla düşünür olmuştu.

Savaş sona erdiğinde Borel, Ecole Normale'deki görevlerine geri döndü. Savaş Borel'in genç Ecole Normale'lilerden oluşan "ailesinin" yarısını yok etmişti. Yaşamını yitirenler arasında öz yeğeni, evlatlık oğlu, umut vaat eden genç fizikçi Fernand da vardı. Bu uzun koridorlarda çok fazla hayalet var diyen Borel onursal yöneticilik sıfatını alarak 1920'de görevinden ayrıldı. Aynı yıl fonksiyonlar kuramı kürsüsündeki görev yerini de bir zamanlar Poincaré'nin görev yaptığı olasılık ve matematiksel fizik kürsüsüyle değiştirdi. Savaş öncesinde açık bir biçimde görülen, önem verdiği konulardaki değişim artık resmileşmişti. 1922'de *Borel Risaleleri* adıyla çıkan serinin dokuzuncu kitabı *Méthodes et problèmes de la théorie des fonctions* (Fonksiyonlar Kuramı Yöntemleri ve Problemleri) yayımlandığında son mühür de vurulmuş oldu. Önsözünde

Borel, bu kitabın fonksiyonlar kuramı üzerine yazdığı muhtemelen son kitap olduğunu belirtiyordu. Kitapta daha önce yayımlanmış makalelerinden yapılan bir seçki kısa yorumlarla birlikte sunuluyordu. Gerçekte olan ise Borel'in fonksiyonlar kuramındaki kişisel mirasını resmen tasfiye edip bunu ardıllarına bırakmasıydı.

Borel yeni kürsüsünde sergilediği isteği 1921'de Académie Royale des Sciences üyeliğine seçildiği zaman etkili bir biçimde ifade etmişti: "Olasılık ve olasılığın uygulamalarına ilişkin son elli yılda yapılan önemli miktardaki araştırmayı düzenlemek bana Pascal, Laplace ve Poicaré'nin kendi vatanlarında yerine getirilmesi gereken kaçınılmaz bir görevmiş gibi geliyor. Bu göreve gücümün yettiği oranda katkı sağlamaya çalışacağımı söylemek isterim." Ortaya çıkan sonuç 1925 ile 1939 arasında bölümler halinde çıkan *Traité de calcul des probabilités et de ses applications* (Olasılık Analizi ve Uygulamaları Üzerine Bilimsel İnceleme) idi. Bu esere ek olarak olasılık kuramındaki araştırma konuları ve güncel gelişmeler üzerine bir dizi monografi yayımlandı. Borel bu seriye, André Cheron'la birlikte kaleme aldığı ve 1940'ta yayımlanan muazzam eser *Théorie mathématique de bridge*'le (Briçin Matematiksel Kuramı) katkıda bulundu.

Traité de calcul des probabilités adlı eserin tamamlanması Borel'in kürsüsünden emekliye ayrılması ve matematiksel yazılarından seçilen *Selecta*'nın 1940'ın başlarında yayımlanmasıyla yaptığı bilimsel jübilesiyle aynı zamana denk düşmüştür. Böylece meslek yaşantısının ikinci aşaması da ilkinde olduğu gibi yine Avrupa'da savaşın patlak vermesiyle sona ermiştir. İlk aşama gibi bu dönem de kamu yaşamının talepleri doğrultusunda çok daha geniş alanlara yayılan yoğun etkinliklerle geçmiştir. Fransız aydınları için politik ve sosyal etkinliklerde bulunmak alışılmadık bir durum değildir ama Borel bu alanlara başkalarıyla karşılaştırılamayacak denli yoğun dalmıştı. Painlevé'nin de liderliğini yaptığı Cumhuriyetçi Sosyalist Parti'de etkin olarak yer almış, *Cartel des Gauches*'i* iktidara taşıyan 1924 genel seçimlerinde Aveyron İli'nden milletvekili seçilmiştir. Painlevé, Borel'i yıllar önce Monge'un da oturduğu donanma bakanlığı koltuğuna getirmiştir. 1925 inşa

* Fransızca "sol koalisyon". (ç.n.)

programı çerçevesinde yapılan tüm Fransız denizaltılarına da Pascal, Pasteur, Henri Poincaré, Poncelet, Fresnel, Archimedes ve Monge gibi ünlü bilimcilerin adları verilmiştir.

Aynı yıl Borel'in en etkili politik yazılarından biri, *La politique républicaine* (Politik Cumhuriyetçi) yayımlandı. Saint-Affrique'in belediye başkanı ve Aveyron İli *conseiller-général*'i (genel danışman) olmuştu. Saint-Affrique milletvekilliği yaptığı sonraki iki parlamento dönemi boyunca Borel, Fransız bilimi yararına çeşitli projeler lehinde nüfuzunu kullandı. Öncülüğünü Jean Perrin'le birlikte yaptığı ölçülerin düzenlenmesine yönelik çabaları Centre National de la Recherche Scientifique'in kurulmasına dek uzanmıştı. Institut Henri-Poincaré'nin 1927'de kurulmasıyla sonuçlanan görüşme ve planlamalardaki itici güç de Borel'di. Borel'in yaşamının sonuna dek başkanlığını yürüttüğü bu enstitü, Fransa'daki matematik çalışmalarının merkezi olacaktı. Enstitünün yapım maliyetlerine The Rockefeller Foundation katkıda bulunmuştu. Aynı vakıf kısa bir süre sonra Göttingen'de kurulan Mathematisches Institut'e de benzer bir katkıda bulunacaktı. Artık halkın yakından tanıdığı bir isim olan Borel'e matematikçilerin kişisel olarak ulaşması daha önceki zamanlara kıyasla daha zordu. Bununla birlikte Borel konumunu ve nüfuzunu kullanarak matematik ve genel olarak bilim için yapabileceği her şeyi yapmaya çalışıyordu.

Borel'in yaşamının, emekliliğinin ve yaşlılığının son aşaması savaşın getirdiği tedirginlik ve yıkımlarla gölgelenmişti. Her zaman ateşli bir yurtsever olan Borel yıkıcı faaliyetlerde bulunduğu şüphesiyle Ekim 1941'de yetmiş yaşındayken Académie Royale des Sciences'ın üç üyesiyle birlikte Alman makamlarınca Fresnes'de hapse gönderildi. Hapishanedeki kötü koşullar Borel'in sağlığının bozulmasına neden oldu. Serbest bırakılmasının ardından bitmek tükenmek bilmeyen çalışkanlığıyla çalışmalarına geri dönen Borel yaşamının kalan on beş yılında elliyi aşkın bildiri, makale ve kitap yayımladı. Borel bu dönemde konunun uzmanı olmayan ama eğitimli kişilere yönelik matematik ve fizik üzerine çokça yazdı. Borel bilimin üst düzeyde kitleselleşmesinde bir üstattı. Son dönemlerindeki araştırma makaleleri bir ikisi dışında kısa bildirilerdi. Önceki

dönemlerden kalan konulara ilişkin yaptığı tek çalışma, ulaşılmaz sayılara ilişkin 1952'de seksen bir yaşındayken yayımladığı *Borel Risaleleri*'nin sondan bir önceki kitabıydı. Eserin büyük çoğunluğunda finitistik düşüncelerin etkisi görülüyordu. Borel'in bu son kitabı, sonlu bir alfabe kullanarak en çok sayılabilir bir altkümeden bahsedebileceğimiz düşüncesiyle gerçel sayıların "ulaşılmaz" olması gerektiği yönündeki görüşünü yansıtır. Borel yaşamının sonlarına doğru bir çöküş yaşasa da bu kadar farklı konuda hiç ara vermeden bu kadar üst düzeyde çalışmış olması sıra dışı bir başarı örneğiydi. Birinci Dünya Savaşı öncesi dönemden kalan büyük çalışması klasik matematiğin bir parçası olarak yaşamaya devam etmektedir.

Borel yaşamının son dönemlerinde sürekli seyahat ediyordu. Aranılan bir konuşmacıydı ve kendisine gelen davetleri seve seve kabul ediyordu. Avrupa'nın bütün ülkelerine gitmiş olmasının yanı sıra Kuzey ve Güney Amerika, Hindistan, İran, Mısır, Levant,* Karayibler'e ve Painlevé'yle birlikte 1920'de beş ay boyunca kaldığı Çin'e seyahatler yapmıştı. 1955'in yazında seksen dört yaşında olmasına karşın Brezilya'da uluslararası çaptaki istatistikçiler toplantısına katılmıştı. Dönüş yolculuğunda geminin güvertesinde düşmesinden kaynaklanan sağlık sorunlarından tam olarak kurtulamadı. 3 Şubat 1956'da seksen beş yaşında Paris'te yaşamını yitirdi. Cenazesi Saint-Affrique'te toprağa verildi.

Borel yaşamı boyunca yabancı akademi, üniversite ve meslek derneklerinden çok sayıda ödül ve payeye layık görüldü. 1921'den itibaren üyesi olduğu Académie Royale des Sciences'a 1934'te başkan seçildi. Borel, *Légion d'Honneur*'ün en yüksek mertebesi *Grand-croix* ile onurlandırılırken nişan kurulunda da görev aldı. Birinci Dünya Savaşı'nın sonrasında *Croix de Guerre* (Savaş Haçı) nişanı alan Borel İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra ise *Médaille de la Résistance* (Direniş Madalyası) ile ödüllendirildi. Uzun boylu olan Borel ağırbaşlı ve kibar biriydi. Eski öğrencilerinden birinin de ifade ettiği gibi Borel'in ölümüyle modern matematiğin en önemli şahsiyetlerinden birinin ve hâkim bir kişiliğin daha sahneden çekildiğine şahit olduk.

---

* Batıda Akdeniz, güneyde Arabistan Çölü ve doğuda Mezopotamya'yla sınırlanmış bölgeye tarihte verilen ad. (ç.n.)

Teici Takagi (1875-1960)

Şimdiye dek ele aldığımız matematikçilerin hepsi, biri dışında Avrupalı'ydı ama sıradaki yaşam öyküsünün kahramanı dünyanın tamamen farklı bir yerinden geliyor. Bugün bildiğimiz gibi Japon matematikçilerin matematiğe katkıları çok büyük olmuştur. Japonya'da geleneksel matematik oldukça uzun bir geçmişe sahipken modern matematiğin ülkeye ulaşması epeyce geç gerçekleşmiştir. Dünya çapında üne kavuşan çok sayıda Japon matematikçinin ilki sınıf cisim kuramının kurucusu Teici Takagi'dir.

Gifu İli Japonya'nın ortasında yer alan dağlık bir bölgedir. Teici Takagi bu bölgedeki, çiftçilikle geçinen Kasuya köyünde 21 Nisan 1875'te dünyaya geldi. Doğduğu yıl İmparator Meici'nin hüküm-

ranlığının sekizinci yılına denk düşüyordu. Teici'nin annesi Tsune Takagi, Kitagata kasabasından arazi sahibi Mitsuzo Kinomura'yla evlenmiş ama çocuğunu büyütmek için ailesinin evine geri dönmüştü. Tsune bir daha kocasının yanına dönmedi. İşin ardında yatan gerçek Tsune'nin, kocasının pirinç tarlalarındaki sülüklerden tiksinmesiydi. Teici'nin çocuğu olmayan dayısı Kansuke Takagi, o zaman Japonya'da mirasçısı olmayan varlıklı ailelerin sıklıkla başvurduğu bir uygulamayla küçük çocuğu evlat edindi. Böylece Teici'nin soyadı da Kinomura'dan Takagi'ye değişmiş oldu. Sonraki yıllarda Takagi iyi bir eğitim alarak matematikçi olmasını sülüklere borçlu olduğunu söyleyecekti.

Çelimsiz bir çocuk olan Takagi çocukluğunu diğer çocuklarla oynamak yerine babalığının gözetimi altında ders çalışarak geçirdi. Takagi, okul köyünün altı yıllık eğitim süresini üç yılda tamamlayan seçkin bir öğrenciydi. Beş yıl sonra ilin en büyük kenti Gifu'daki ortaokuldan da birincilikle mezun oldu. Takagi, 1891 ile 1894 arasında eski başkent Kyoto'daki Üçüncü Ulusal Lise'ye devam etti. O zamanlar Japonya'daki tek üniversite yeni başkent Tokyo'da bulunuyordu. Tokyo'daki üniversitenin ilk başta Teikoku Daigaku olan adı Kyoto'da bir üniversite daha açılması üzerine önce Tokyo Teikoku Daigaku'ya daha sonra da Tokyo Daigaku'ya çevrildi. Takagi, 1894'te girdiği Tokyo Daigaku'dan üç yıl sonra mezun oldu. Çok iyi bir öğrenci olmasına karşın arkadaşları onun sessiz ve içine kapanık biri olduğunu düşünüyordu. Uzun süreler boyunca duruşunu hiç değiştirmeden kalabildiği için arkadaşları ona "Buda" adını takmıştı.

Üniversitede o zamanki matematik profesörü Rikitaro Fucisava idi. Fucisava University College London'a gitmesinin ardından o zamanlar Alman işgali altındaki Strasbourg'a geçmiş, burada Christoffel ve Reye'yle birlikte çalışmıştı. 1886'da aldığı doktorasının ardından bir yıllığına Berlin'e gitmişti. Berlin'de özellikle Kronecker'den çok etkilenen Fucisava Japonya'ya dönüşünde, Almanların araştırma ruhunu da beraberinde getirmiştir. Sonraki yıllarda idari işlerle giderek daha çok ilgilenmeye başlayan Fucisava, "Diet"te* senatörlük görevinde de bulunmuştu. Fucisava'nın ana

* Japonya'nın iki meclisli yönetim şekli. (ç.n.)

konusu hep cebir olmuştu ama Takagi, Jacobi'nin eliptik fonksiyonlar kuramı üzerine de çalışarak iki temel matematik ders kitabı yazmıştı.

Teikoku Daigaku'da yüksek lisans çalışması yaptığı bir yılın ardından Takagi, çalışmalarına Almanya'da devam etmesi için Japon hükümetince Berlin'e gönderildi. Ne yazık ki Weierstrass, Kronecker ve Kummer artık hayatta değillerdi. Bu büyük matematikçilerin ardıllarından Hermann Schwarz'ın Takagi üzerinde etkisi olsa da Takagi'nin esas olarak etkilendiği kişi, o zamanlar en iyi dönemlerini yaşayan Frobenius'tu. Daha sonra Takagi şöyle diyecekti:

> O zamanlar Fuchs ve Schwarz öylesine yaşlıydılar ki bugünün Japonya'sında yaşıyor olsalardı yaş haddinden emekliye ayrılmaları gerekirdi. Profesörlerin en genci Frobenius, Galois kuramı ve sayılar kuramı üzerine dersler veriyordu. Derste sıradan şeyler anlatmasına karşın dersi hiç not kullanmadan anlattığından tavırları hayli canlıydı. Daha önce hiç böylesine canlı geçen bir derse katılmamıştım. Yine de işin gerçeği, Frobenius'a karşı korkuyla karışık bir saygı duyardım. Durum kısaca şöyleydi: Almanya'ya yapacağım seyahate çıkmadan kısa bir süre önce Teikoku Daigaku'daki fen fakültesinden birkaç genç profesör Almanya'dan yeni dönmüşlerdi. Çeşitli konularda Almanya'ya ilişkin düşüncelerini dinledim. İçlerinden biri bana "Frobenius'un yanına gidersen çok dikkatli olmalısın," demişti. Ona göre Frobenius rektör olduğu zaman yaptığı konuşmada Alman biliminin ilerleyişini göklere çıkarmıştı: "Almanya'da bilim alanında çalışmak için bu ülkeye pek çok yabancı geliyor, Amerikalılar ve diğerleri ve hatta son zamanlarda Japonlar. Gelecekte hiç şüphe yok ki maymunlar bile gelecek..." Frobenius Japonları öylesine küçümsüyordu ki her halükârda onun yanına giderken bir şey beklemeden gitmem konusunda uyarıldım. Halbuki onunla şahsen görüştüğümde hiç de öyle korkunç biri olmadığını şaşırarak gördüm.

Takagi Berlin'den sonra Hilbert ve Klein'ın en iyi dönemlerini yaşadıkları Göttingen'e gitti. Takagi artık Japonya'da öğrendiği matematiğin çağdaş Alman araştırmacılarca üretilen matematikten çok çok uzak olduğunun farkına varmıştı. Takagi anılarında şöyle yazmıştı:

Göttingen ve Berlin'deki matematik bölümleri arasındaki çarpıcı tezat beni şaşkına uğratmıştı. Göttingen'de her hafta sanki burası matematik dünyasının merkeziymişçesine dünyanın dört bir yanından gelen parlak gençlerin katıldığı toplantılar düzenlenirdi. Yirmi beş yaşındaydım ve matematik bilgimin o günün bilgi düzeyinden elli yıl geride olduğunu büyük bir acı içinde görüyordum. Bu elli yıllık farkı kapatmak hiç kolay değildi. Ama Göttingen ortamında geçirdiğim üç dönem içinde bu farkı neredeyse kapadığımı hissediyordum. Böylece bana, bilimsel gerçekliğin peşinden gidebilmek için ortamın ne kadar önemli olduğunu öğretmiş oldular...

Klein'ın dersleri o zamanlar çok popülerdi. Alman üniversitelerindeki düzenlemelere göre herhangi bir öğrenci dersin ücretini ödemek kaydıyla istediği derse katılabilirdi. Derse düzenli olarak devam edip etmemeye karar verebilmesi için herhangi bir ücret ödemeden altı hafta boyunca derslere katılabilirdi. Doğruyu söylemem gerekirse ben Klein'ın derslerine hiç para ödemedim. Derslere altı hafta kadar giriyor sonra vazgeçiyordum. Benim için fazlasıyla yeterliydi. Altı hafta boyunca girdiğim dersler elli yıllık farkı kapatmamda bana çok yardımcı oldu. Sanırım derslere sonuna kadar devam etmem amacıma daha az hizmet edecekti. Her halükârda derslerin başında verilen genel özetler hayli ilgi çekiciydi. Klein sık sık "üç büyük A" ifadesini kullanırdı. Bunlar "Aritmetik, Cebir ve Analiz"di.* Onun örtülü niyetini ben şöyle anlıyordum: "Genellikle insanlar matematiği farklı alanlara bölerek çalışırken ben tüm bu alanları geometrimle birleştiriyorum." Altı haftalık dersler böylesi bir birleştirici ruhla yapıldığından bu dersleri büyük bir ilgiyle takip ettim.

Takagi'nin üzerinde çalıştığı kitaplardan biri Hilbert'in yakın bir zamanda yayımlanmış *Zahlbericht*'iydi. Böylece Takagi araştırma konusu olarak kendine Kronecker'in *Jugendtraum* savını seçti. Daha sonra Takagi'nin anılarında bu karar şöyle yer edecekti:

Çalışma konusuna ilişkin fikrini almak için yanına gittiğimde Hilbert bana şüphe duyan gözlerle tepeden bakıyormuş gibi geldi. Bana "Cebirsel sayılar kuramı üzerine çalışma niyetinde olduğunu söylüyorsun. Bu gerçekten doğru mu?" diye sordu. O zamanlar bu kuramın üzerine neredeyse yalnızca Göttingen'de çalışılıyordu. Yani bir Doğulu'nun bunu yapmak istemesini hiç

---

* Almancada her üç sözcük de "a" harfiyle başlar: Arithmetik, Algebra ve Analysis. (ç.n.)

beklemediği çok açıktı. "Niyetim o yönde," diye yanıt verdim. Hiç duraksamadan "O zaman cebirsel bir fonksiyon hangi nesneyle belirlenir?" diye sordu. Ben hemen yanıt veremedim. Yanıt profesörden geldi: "Fonksiyona ait Riemann yüzeyiyle belirlenir." Yanıt gerçekten doğru olduğundan "Ah, evet doğru!" diye karşılık verdim. Belki de matematiksel yeteneğimin pek güvenilir olmadığını düşünmüştü. Sonra eve gitmek üzere olduğundan yolda ona eşlik etmemi söyledi. Ona Kronecker'in *Jugendtraum*'unu, temel cismin Gauss cismi olduğu özel haliyle çalışma niyetinde olduğumu söyledim. Yani kelebek eğrisi fonksiyonun kompleks çarpımıyla uğraşıyordum. "Ah, bu güzel!" diyerek sokağın Wilhelm-Weber Strasse'yle kesişen köşesinde durdu. Yere iki şekil çizmişti. Biri kare biri çember olan bu şekiller Schwarz'ın çalışmasında kelebek eğrisi fonksiyonlara ilişkin olarak rastlayabileceğimiz şekillerdi. Bana dönerek "Schwarz'la çalışmış olduğundan bunları mutlaka biliyorsundur," dedi. O yeri şimdi bile hatırlıyorum.

Takagi araştırmalarını başarılı bir biçimde "Rasyonel Kompleks Sayılar Cismi Üzerindeki Abel Cisimleri Üzerine" başlıklı tezinde sonuca ulaştırdı. Tezini Japonya'da bilim doktorluğu derecesi için sunarak 1903'te kabul aldı. Takagi 1901'de Göttingen'den ayrılmasından bir yıl önce Teikoku Daigaku'da doçentliğe getirilmişti bile. Yurtdışından yeni dönmüş birine özgü bir biçimde Takagi modaya uygun, çok kaliteli kıyafetler giyiyor, burnunun hemen üstünde duran gözlükler takıyor ve Alman İmparatoru II. Wilhelm gibi bıyık bırakıyordu. Komşuları kendi aralarında onun için "şuradaki evde oturan züppe beyefendi" diyordu.

Oturduğu evin sahibi Tokyo Ticaret Yüksekokulu'nda profesörlük yapan Tetsuya Mizuşima'ydı. Mizuşima'nın karısı Mitsu neşeli, arkadaş canlısı bir kadın olan kardeşi Toşi'nin sessiz sakin Takagi için çok uygun bir eş olacağını düşünüyordu. Ailesinin de iznini alan Takagi, Toşi'yle Nisan 1902'de evlendi. Takagi'lerin üç erkek, beş kız toplam sekiz çocukları oldu. Çiftin bir oğlu Teikoku Daigaku'da fizik profesörlüğüne dek yükselecekti.

Takagi 1903'te profesörlüğe yükseltildi. Çok sayıda öğrenciye başarılı bir öğretmenlik yaptığı 1903 ile 1914 arası dönemde hiç yayın yapmadı. Takagi bu durumu "Genellikle birilerinden esinlenmeden hiçbir şey yapamayan biriyim," diye açıklıyordu.

"Bugünkü koşullardan farklı olarak Japonya'da benimle aynı uzmanlık alanında çalışan kimse yoktu. Bu nedenle de başkalarından hiç esinlenemiyordum." Oysa Takagi'nin daha sonra sınıf cisim kuramı olarak adlandırılacak kuramı yaratması Avrupa ile Japonya arasındaki bilimsel iletişimin sekteye uğradığı Birinci Dünya Savaşı yıllarında gerçekleşmişti. Takagi böylece Kronecker'in *Jugendtraum*'unun doğru olduğunu göstermişti. Takagi daha sonra şöyle diyecekti: "O zamanlar hiç beklenmedik bir sonuç olduğundan elde ettiğim sonucun kesinlikle yanlış olduğunu düşündüm. Bu yüzden nerede hata yapmış olabileceğime bakmaya başladım. O dönem belki de biraz nevrotiktim. Sürekli çalışmamla ilgili rüyalar görüyordum. Bir keresinde bir problemi çözdüğümü gördüm ve kalkınca hemen masamda bunun üzerine çalışmaya başladım. Heyhat, yaptığım şeyde hata olduğunu gördüm. Boşu boşuna karşı örnekler bulmaya çalıştım. Uzun süre sonuçlarımdaki hataları aradım. Kuramı inşa ettikten sonra bile elde ettiğim sonuçlara zar zor güveniyordum."

Takagi elde ettiği sonuçları 1920'de "Göreceli Abel Sayı Cisimleri Kuramı Üzerine" adlı önemli raporunda yayımladı. Savaştan sonra ilk kez Strasbourg'da düzenlenen uluslararası kongreye katılan Takagi "Cebirsel Sayılar Kuramındaki Bazı Genel Teoremler Üzerine" başlıklı bir raporu Fransızca olarak sundu. Takagi raporda kendi kuramının tüm asli sonuçlarına yer vermesinin yanı sıra kuramı Galois problemine genişletme olasılıklarını da tartıştı. Bugün hâlâ bu başarılabilmiş değildir.

O zamanlar cebirsel sayı kuramı Almanya'nın dışında pek çalışılmadığından ve Almanlar Fransızların bastırmasıyla Strasbourg Kongresi'nden ihraç edildiklerinden Takagi'nin başarıları hak ettiği karşılığı alamadı. Yine de çalışması genç Emil Artin'in dikkatini çekmişti. Artin kuramı bir adım daha ileri götürecekti. Takagi'nin 1922'de "Keyfi Cebirsel Sayı Alanları İçin Karşılıklılık Yasası Üzerine" başlıklı makalesini yayımlamasının ardından Artin bu düşünceyi genel karşılıklılık yasasına evrilterek Takagi'nin sınıf cisim kuramını daha da kesinleştirmişti. Artin'in sonuçları *Hamburg Abhandlungen*'de çıkar çıkmaz Takagi bu çalışmaya duyduğu hay-

ranlığı dile getirdi. Bu arada Deutsche Mathematiker Vereinigung de 1925'teki yıllık toplantısı için Helmut Hasse'den sınıf cisim kuramı üzerine bir rapor hazırlamasını istemişti. Rapor ana hatlarıyla ertesi yıl yayımlandıktan sonra ispatların da yer aldığı daha ayrıntılı hali bir sonraki yıl çıktı. Hasse'nin *Klassenkörperbericht*'i Takagi-Artin sınıf cisim kuramının uluslararası matematik camiasında yayılmasında çok büyük katkı sağlamıştı.

Takagi artık ünlü biri olmuştu. 1925'te İmparatorluk Akademisi'nin üyesi yapıldı, 1929'da Universitetet i Oslo'dan onursal derece aldı. 1932'de Zürich'te gerçekleştirilen uluslararası kongreye katıldığında Takagi başkan yardımcılığı görevini Hilbert ve Hadamard gibi matematikçilerle birlikte üstlendi. Takagi bunu, sınıf cisim kuramının geliştirilmesinde yardımcı olan herkes için bir yemek vererek kutladı.

1939'da Avrupa'da başlayan İkinci Dünya Savaşı'na Japonya 1941'de dahil oldu. O yıl Japonya hükümeti kendisine uluslararası arenada gösterilen saygı ve itibarı göz önüne alarak Takagi'yi saygın Kültür Madalyası'yla onurlandırdı. Madalyanın kendisine verilmesinin ardından yaptığı yukarıda bazı alıntılar okuduğunuz konuşmasında yer yer anılarından söz etti. Takagi 1936'da zorunlu emeklilik yaşı altmışa gelmiş olduğundan onursal profesör unvanıyla üniversiteden ayrıldı.

1943'te savaşın sonlarına doğru yaklaşılırken Takagi'nin 1902'den beri ailesiyle birlikte oturduğu üniversite mahallesindeki ev, Amerikalıların düzenlediği bir hava saldırısında yanıp kül oldu. Bu durum karşısında Gifu İli'ndeki köyüne gitmek zorunda kalan Takagi iki yıl sonra yeniden Tokyo'ya dönerek en büyük oğlu ve ailesiyle birlikte yaşamaya başladı. 1952'de karısı Toşi akciğer kanserinden yaşama veda ederken Takagi de geçirdiği felç sonrasında 28 Şubat 1960'ta seksen dört yaşında yaşamını yitirdi. Cenazesine binlerce kişi katıldı. Takagi'nin toplu eserleri 1974'te yayımlandı.

Takagi daha önceki yıllarda cebir, analiz, sayılar kuramı ve on dokuzuncu yüzyıl matematik tarihi üzerine ders kitapları yazmıştı. Kaynağını Takagi'nin Teikoku Daigaku'daki uzun öğretim kariye-

rinden alan bu kitaplar kuşaklar boyunca Japon matematikçilerin eğitiminde çok etkili oldu. Ayrıca yazdığı bir dizi popüler eser de büyük bir kitleye ulaşarak Japonya'da özellikle gençler arasında matematiğe olan ilginin artmasını sağlamıştır. Matematik çalışmalarının Japonya'daki geleceğine ilişkin görüşleri etkisini her zaman göstermiştir.

VIII

HARDY'DEN LEFSCHETZ'E

G. H. Hardy (1877-1947)

Yeniden İngiltere'ye dönüyoruz. Her yönüyle G. H. Hardy yirminci yüzyılın ilk yarısında İngiltere'nin en önde gelen soyut matematikçisiydi. İlkeli biri olan Hardy etik konulara ilişkin düşüncelerini açık bir biçimde dile getirmişti. Matematik yazılarını hiç kimsenin yakınına dahi ulaşamadığı bir üslupla yazardı. Ayrıca İngilizceyi çok iyi kullanırdı. Hardy sevimli görünen tuhaflıklarının ardına gizlediği çok hassas bir kişiliğe sahipti.

Godfrey Harold Hardy 7 Şubat 1877'de Surrey bölgesinde yer alan Guildford kasabası yakınlarındaki Cranleigh köyünde dünyaya geldi. Godfrey ve kız kardeşi Gertrude, Isaac ve Sophia Hall Hardy'nin çocuklarıydılar. Hardy'nin ne annesi ne de babası üni-

versiteye gitmiş olsa da her ikisi de bazı entelektüel ve kültürel tatların peşinden koşan insanlardı. Cranleigh School'da coğrafya ve resim öğretmenliği yapan Hardy'nin babası aynı zamanda müzik dersleri veriyor, okul gazetesini hazırlıyor ve futbol oynuyordu. Kibar, hoşgörülü ve bir dereceye kadar da vurdumduymaz biri olarak tanınırdı. Piyano dersleri veren, okuldaki yaşı küçük öğrenciler için işletilen pansiyona yardımcı olan annesiyse tam tersine çocuklarının sağlığı ve eğitimiyle takıntılı derecede ilgilenen biriydi.

Hardy küçük yaşlardan itibaren matematiğe karşı özel bir yetenek ve ilgi göstermişti. Kiliseye götürüldüğünde zamanını ilahilerin sayılarını çarpanlarına ayırmakla geçirirdi. Okuldaki matematik derslerine katılmak yerine özel öğretmenden aldığı dersler sayesinde on üç yaşına geldiğinde Cranleigh'de elde ettiği en üst düzeye ulaşarak sınıfındaki ikinci en başarılı öğrenci oldu. En iyi yatılı okullardan biri olan Winchester'dan burs kazandı. Hardy, 1896'da Cambridge'deki Trinity College'a gitmeden önce bu okulda altı mutsuz yıl geçirecekti. Winchester okul takımında kriket oynayamaması içinde hep bir ukde olarak kaldı.

Hardy, Cambridge'i özellikle de Trinity'yi sahip olduğu matematik geleneği için seçmişti ama araştırma alanında bir meslek yaşantısına sahip olmayı hedefleyen birisi için Trinity, Paris ya da Berlin'le kıyaslandığında zayıf kalıyordu. Özellikle sınav sisteminin ciddi bir reformdan geçmesi gerekiyordu. Öğrenciler Senate House sınavına özel öğretmenlerce hazırlanıyordu. Bu sınavda öğrencilere dört gün boyunca sekiz sayfa dolusu problem yöneltiliyordu. Sınav öğrencinin yetenek ve anlayışını ölçmekten ziyade dayanıklılığı ve formül ve denklemleri ezberleme yeteneğini sınadığından Hardy bu sınavdan ölesiye nefret ediyordu. Tripos'u tamamen bir zaman kaybı olarak gören Hardy matematikten tarih bölümüne geçmeye çalıştı. Ancak *A Mathematician's Apology* (Bir Matematikçinin Savunması) adlı yaşam öyküsünde şöyle diyecekti:

> Gözlerimi ilk açan, bana birkaç terim öğreten ve analizin ne olduğuna ilişkin ilk ciddi düşünceleri aşılayan Profesör Love olmuştu. Ama ona duyduğum minnettarlığın asıl nedeni –her şeyden önce ilk başta uygulamalı mate-

matikçiydi– Jordan'ın *Cours d'Analyse* (Analiz Dersleri) adlı eserini okumam doğrultusunda verdiği tavsiyeydi. Bu olağanüstü çalışmayı nasıl büyük bir şaşkınlık içinde okuduğumu unutamam. Benim kuşağımdan pek çok matematikçinin ufkunu açmış olan bu kitabı okurken ilk kez matematiğin gerçekten ne anlama geldiğini anladım. O andan itibaren de matematiğe yönelik anlamlı isteklere ve içtenlikli bir tutkuya sahip gerçek bir matematikçi olma yolunda ilerledim.

Jordan'ın kitabıyla matematikten kopamayan Hardy, Tripos'a karşı hissettiği büyük hoşnutsuzluğa karşın gerçek matematiği bir kenara bırakarak iki yıl boyunca Tripos'a hazırlandı. Hardy 1898'de yapılan Tripos'un ilk kısmında dördüncü oldu. İki yıl sonra sınavın ikinci kısmına girdiğindeyse birinci sınıfa yerleştirildi. 1901'de mezun olmasının ardından Trinity'den akademik bir ödül, ertesi yıl da herkesin almak için can attığı Smith Ödülü'nü kazandı. Tüm bu olanlar İngiliz matematikçilerin doktora derecesi almanın iyi bir şey olabileceğini düşündükleri zamandan önce gerçekleşmişti.

Hardy artık hoca olduğundan zamanının tamamını rahatça soyut matematik çalışmalarına ayırabilirdi ve nitekim o da büyük bir şevk ve gayretle öyle yaptı. Sonraki on yıl içinde analizci olarak tanınmasını sağlayan çok sayıda makale üretirken *A Course of Pure Mathematics* (Soyut Matematik Dersi) adlı klasikleşmiş ders kitabını yazdı. İlk kez 1908'de yayımlanan bu kitap reel değişkenli analizin temel kavramları üzerine İngilizce yazılmış eksiksiz bir rapordu. O zamana dek İngiltere'deki kitaplarda tek tük formüllere, örneklere ve uygulamalara rastlanırdı. Öğretmenler için de aynı durum söz konusuydu. Yüzyıllardır kıta Avrupa'sında gerçekleşen ilerlemeler İngiltere'yi çok az etkileyebilmişti. Hardy'nin kitabı *Cours d'analyse* adlı eserden tarz ve içerik olarak bir miktar farklıydı. Örneğin Hardy'nin kitabında çok daha fazla zorlayıcı alıştırmalar yer alıyordu. On baskısı yapılan kitap, İkinci Dünya Savaşı'nın sonrasındaki döneme dek İngiliz üniversitelerinde ve hatta okullarında temel eser olarak kullanılmıştı. Aynı zamanda Hardy ve onun düşüncelerini paylaşan kimileri Tripos'ta değişikliklere gi-

dilmesi için çalışmaya koyularak sistemin en kötü özelliklerinden bazılarını saf dışı bırakmayı başardılar. Hardy hocalık görevi sona erdiğinde haftada altı ders verme koşuluyla kolej okutmanlığına getirildi.

Yine 1908'de Hardy Amerikan dergisi *Science*'a gönderdiği bir mektupla uygulamalı matematiğe yaptığı yegâne katkıyı gerçekleştirmiş oldu. O zamanlar Mendelci genetik bilgisi sık sık tartışmaların ana konusunu oluşturuyordu. Kısa bir süre önce Mendel'in kalıtıma ilişkin kuramlarını tartışmaya açan bir makale *Proceedings of the Royal Society of Medicine*'de yayımlanmıştı. Hardy mektubunda basit cebirsel ilkeleri kullanarak makalede bir hata olduğunu göstermiş, kalıtımın nasıl işlediğini öngören bir denklem oluşturmuştu. Aynı yıl, Alman doktor Wilhelm Weinberg de benzer bir öngörü yöntemi ortaya atmıştı. Sonuçta ortaya çıkan ilkeye her iki bilimcinin şerefine Hardy-Weinberg yasası adı verilmişti. Hardy-Weinberg yasası bugün, kan grupları ve seyrek görülen hastalıkların genetik aktarımı üzerine yapılan çalışmalarda popülasyon genetiğinin temel ilkesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Hardy 1910'da Royal Society of London üyeliğine seçildi. Pek çok kişinin üretken bir dönem olarak değerlendirdiği 1900 ile 1910 arasındaki yıllarda Hardy gerçekten değerli yayınlar yapmadığını düşünüyordu. Hardy bu düşüncesini *Apology* kitabında da aktarıyordu: "Sonraki on yılda sayıca çok şey yazmış olsam da bunların içinde önemli olabilecek pek fazla çalışma yoktu. Gerçekten beni tatmin eden dört ya da beş makale hatırlayabiliyorum." Hardy en iyi çalışmalarını Littlewood ve Ramanucan'la yaptığı işbirliği sayesinde daha sonra ürettiğini düşünüyordu. Ramanucan'ın yaşam öyküsüne bir sonraki bölümde döneceğiz.

Hardy, kendisinden sekiz yaş küçük Littlewood'la ortak çalışmasına 1911'de başladı. Yüzü aşkın makalenin yayımlandığı otuz beş yılı aşkın bir süre devam eden bu ortaklık *Apology*'nin önsözünü kaleme alan C. P. Snow tarafından şöyle anlatılmaktadır: "Matematik tarihinin en ünlü işbirliğidir. Herhangi bir bilim dalında ya da herhangi başka bir yaratıcı etkinlik alanında böylesine rastlanmamıştır." İki matematikçi genellikle ve hatta aynı kolejde

bulundukları dönemlerde bile mektuplaşarak çalışmışlardı. 1920 ile 1931 arasında birlikte üretimlerinin zirvesinde oldukları yıllarda aynı üniversitede bile değillerdi. Toplantı ve konferanslarda ortak çalışmalarını sunan her zaman Hardy oluyordu. Hatta Littlewood böylesi buluşmalara o kadar seyrek katılırdı ki diğer matematikçiler kendi aralarında Littlewood diye birinin var olmadığı ve Hardy'nin uydurduğu biri olduğu şeklinde şakalar yaparlardı.

Hardy'nin, Birinci Dünya Savaşı'ndan kaynaklanan bazı ihtilafların başını çektiği kimi sorunlardan dolayı Cambridge'deki yaşantıdan duyduğu hoşnutsuzluk artıyordu. Littlewood askere çağrıldığından üniversitede değildi. Hardy Cambridge'de geçirdiği ilk yıllarda Apostles adıyla bilinen seçkin deneme kulübü gibi çeşitli sosyal gruplara katılırdı. Kulüpte haftada bir kez toplanılarak felsefi konular üzerine tartışılırdı. Yıllar boyunca grup üyelerinden parlak zekâlı pek çok kişi çıkmıştı. Hardy en yakın dostlarından bazılarıyla bu kulüpte tanışmıştı. Bu kişilerden biri de ünlü felsefeci, matematikçi ve barışsever Bertrand Russell'dı. Hardy, Russell'ın savaş karşıtlığı nedeniyle üniversiteyle ilişiğinin kesilmesinin insafsızlık olduğunu düşünüyordu. Hardy yıllar sonra bu olaya ilişkin bir kitap yazacaktı.

Sylvester'ın ölümünden sonra Oxford'da Savile kürsüsü geometri profesörlüğüne yardımcısı William Esson getirildi. Kürsünün 1919'da yeniden boşalması üzerine Hardy bunu Cambridge'den ayrılmak için bir fırsat olarak değerlendirdi. Cambridge'de giderek daha fazla idari işlere dalıyor, bu da araştırma çalışmalarını aksatıyordu. Hardy Oxford'da meslek yaşantısının zirvesine ulaştı. Hızla büyüyen bir araştırma okulu kurmuştu. Cambridge'de kalan Littlewood'la gerçekleştirdikleri işbirliğinin en güzel yıllarını yaşıyordu. Hardy şöyle yazmıştı: "Oxford'da matematik, geleneksel çalışma alanlarından biri olsa da muhtemelen diğer herhangi önemli bir üniversiteye kıyasla çok daha az dikkat çekiyor. Matematik ve fizik yalnızca edebiyat bölümleri değil diğer tüm bilim dallarınca da gölgeleniyordu." Hardy'nin alışılmışın dışındaki bu düşünceleri New College'da takdir edilince otomatik olarak kolejin kadrosuna geçti. Hardy, sosyal toplantılarda çok değişik

konular üzerine eğlenceli konuşmalar yapabilen biriydi. İnsanlarla sohbet etmek onun için eğlenceli bir oyundu ama çoğu zaman gerçek düşüncelerini anlamak pek kolay olmazdı. Aşırı hassas ve utangaç yapıya sahip Hardy derinlerdeki ciddiyetini hafif kaçık bir üniversite hocası kimliğine bürünerek gizlerdi. Kesinlikle saat takmaz ve telefon kullanmazdı. Yazışmalarını çoğunlukla telgraf ve kartpostallarla yürütürdü.

Kişiliğinin daha ciddi yanını Birinci Dünya Savaşı sonrası Alman matematikçilerle yeniden bir araya gelme çabaları sırasında ve daha sonra da Nazi işgali altındaki Avrupa'dan kaçan mülteci akademisyenlere yardım ederken göstermişti. İngiltere'de bu kişilere yardım etmek amacıyla 1933'te kurulan Academic Assistance Council'in yanı sıra esas yardım Hardy'nin de bizzat yaptığı gibi şahıslardan geliyordu. Konsey, hangi ülkeden gelirse gelsin yerinden edilmiş üniversite hocalarının geçimlerini sağlayabilmeleri için bir fon oluşturmuş, bu kişilere en çok yararı dokunabilecek kurumlarla ilişkiye geçebilmeleri için de bir tür bilgi merkezi gibi çalışmaya başlamıştı. Kamuoyuna hâkim olan genel görüş gibi hükümet de konseyin "Kuramsal bilimler, uygulamalı bilimler... müzik ve sanatta kendine bir yer edinmiş ve Almanya'dan sınır dışı edilen önemli Yahudileri (İngiltere adına) kazanmaya çalışan bir kurum" olduğu düşüncesiyle konseye hoşgörüyle yaklaşıyordu. Matematikçilere ilişkin bir konu olduğunda genellikle düşüncelerine kulak verilen Hardy bu durumun İngiltere'de, özellikle de Oxford ve Cambridge'de matematiğin güçlendirilebilmesi için iyi bir fırsat olduğunu düşünüyordu. İlk yılın ardından yerlerinden olmuş dört, daha sonraki yıllarda da yedi matematikçi İngiltere'ye yerleştirilecekti. Hardy bu zahmetli iş için çok zaman ve emek harcamıştı.

Hardy insanlarla birlikte çalışma konusunda çok başarılıydı. Littlewood ve Ramanucan'ın yanı sıra o dönemin pek çok önemli matematikçisiyle de işbirliğine gitti. 1928-29 dönemini Princeton ve California Institute of Technology'de konuk profesör olarak geçirirken Veblen de onun yerine Oxford'a gelmişti. Hardy 1931'de Cambridge'e Sadleir kürsüsünde soyut matematik profesörü olarak döndü. Aynı zamanda Trinity'de yeniden ders vermesi için

davet aldı. Bu kararı almasındaki nedenlerden biri de gün gelip zorunlu emeklilik yaşına ulaştığında kolejde yaşamaya devam edebilecek olmasıydı. Oxford'da ise bu, normalde hoş görülmeyen bir durumdu. Yine de New College'ın onursal hocası olduğundan Oxford'la ilişkilerini koparmadı. Hardy, hafta sonlarını ve tatilleri genellikle Oxford'da geçiriyordu.

Hardy'nin yaşantısında London Mathematical Society'nin büyük bir yeri vardı. 1905 ile 1908 arasında ve 1914'ten itibaren de 1945'teki emekliliğine değin neredeyse kesintisiz olarak dernek kurulunda görev almıştı. Hardy 1917 ile 1945 arasında derneğin yazmanlarından biri, iki kez başkanı olmuş, hiçbir toplantıyı kaçırmamıştı. Dernek için yaptığı işlerden birini örnek vermek gerekirse, 1924'te derneğin uzun süredir yayınını sürdürdüğü *Proceedings* dergisine ek olarak yeni bir dergi çıkarılması ihtiyacı gündeme geldiğinde Hardy, Rockefeller International Education Board'un kapısını çalarak maddi destek talebinde bulunmuştu. "Matematiğin şu an karşı karşıya olduğu güçlüklerin en büyüğü yayın problemidir. Problem her yerde çok büyük ama özellikle İngiltere ve Amerika'da önemli matematik dergileri yalnızca derneklerce yayımlandığından problem bu ülkelerde özel bir durum arz etmektedir." Beklenen yardım gelmiş, iki yıl sonra *Journal* yayın hayatına başlamıştı.

Hardy hayattayken kitaplarının telif haklarını derneğe vermişti. Ölümünün ardından kız kardeşi Gertrude'a yaşam boyu geçimini sağlayacağı bir gelir ayırması dışında malvarlığının geri kalanını yine derneğe bıraktı. Gertrude'un yaşama veda etmesi üzerine bu mirasın bir kısmı Hardy Visiting Lectureship'i finanse etmek için kullanıldı. Fon, İngiliz üniversitelerinde bir program çerçevesinde konuşmalar yapacak kişilerin kullanımına yönelikti. Mirasın diğer bir kısmı ise New College'da genç araştırmacıları desteklemek üzere verilen Hardy Junior Research Fellowship için ayrılmıştı. Hardy çok seyahat eden biri olmasa da çok sayıda dost edindiği Amerika'ya birkaç kez gitmişti. Bu ziyaretlerin birinde The Rockefeller Foundation yetkililerinin ilgisini daha önce Göttingen'de ve Paris'te olduğu gibi Oxford'da da bir matematik enstitüsü kurulması

düşüncesine çekmeye çalışsa da bunda başarılı olamadı. Ne yazık ki, Hardy ne politik beceriye ne de Courant ya da Borel'in kararlılığına sahipti. Bu nedenle uzun yıllar sonrasına dek önemli bir şey elde edilemedi.

Matematiğe gelince Hardy analizle, özellikle de analitik sayılar kuramıyla ilgileniyordu. İki dünya savaşı arasında İngiltere'de çalışan analizcilerin çoğu Hardy'nin eski doktora öğrencileriydi. Hardy-Littlewood ekolü öylesine baskındı ki modern soyut cebir gibi kıta Avrupa'sında yaşanan gelişmeler İngiltere'de tamamen göz ardı ediliyordu. Matematik dışında Hardy'nin en büyük tutkusu seyretmeyi ve üzerine konuşmayı çok sevdiği kriketti. Hardy'nin ara sıra kriket oynadığı da olurdu. Örneğin, New College hocalarının her yıl kilise korosundakilere karşı yaptıkları maça takımının başında kaptan olarak çıkardı. Bazıları kendi başına bazılarıysa başkalarıyla yaptığı ortak çalışmanın sonucu matematiğe ilişkin aralarında klasikleşmiş olanların da bulunduğu çok sayıda eser kaleme almıştı. Hardy, en ünlülerinden biri *Apology* olan matematik dışı kitaplar da yazmıştı.

Hardy'yi çok yakından tanıyan George Pólya şöyle demişti: "Hardy'nin kendine özgü bir karizması vardı. Karizmasının tam olarak ne olduğunu söyleyemesem de kadın ya da erkek, matematikçi ya da değil, entelektüel ya da sıradan insan olsun herkesin ondan etkilendiğini söyleyebilirim." Aslında Hardy'nin çocuksu bir yanı vardı. Belki de karizmasının nedeni bu çocuksuluğuydu ama kimilerine göreyse Hardy bu durumu aşırıya kaçırırdı. Örneğin, Tanrı'nın onun kişisel düşmanı olduğunu düşünürdü. Bir deniz yolculuğuna çıkarken arkadaşlarından birine hitaben "Riemann varsayımını ispatladım," yazılı bir kart bırakırdı. Eğer yolculuktan dönmezse bu not bulunacak ve Hardy de tarihe (yöntem bilinmese de) varsayımı ispatlayan adam olarak geçecekti. Tanrı onun ölümünden sonra böyle bir üne kavuşmasını istemeyeceğinden Hardy de sağ salim evine dönebilecekti. Eve dönüşünde de not hiç kimse görmeden yok edilecekti.

Hardy hiç evlenmemişti. Genç erkeklere duygusal olarak bağlanma eğilimindeydi. Tanrı vergisi matematik yeteneğine sahip sadık

kız kardeşine çok şey borçluydu. Hardy 1939'da koronerlerde pıhtı oluşması nedeniyle kriket ve gerçek tenis (ya da kralların oyunu*) gibi yapmaktan çok keyif aldığı sporları bırakmak zorunda kaldı. Hardy, kız kardeşi ona kriketin Cambridge'deki tarihçesi üzerine yazılmış bir kitaptan bölümler okurken 1 Aralık 1947'de yetmiş yaşında yaşamını yitirdi. Hardy, London Mathematical Society'nin De Morgan Madalyası, Londra'daki Royal Society of London'ın önce Kraliyet, sonra da Copley Madalyası dahil çok sayıda ödülün sahibi olmuştu. Öldüğü gün kendisine Royal Society of London'ın Copley Madalyası verilecekti. Littlewood, Hardy'den tam otuz yıl sonra yaşama veda edecekti.

Hardy kendi ülkesinde hayli takdir edilen biri olsa da belki de esas takdiri ülke dışında özellikle Almanya'da toplamıştı. Hilbert onun İngiltere'deki en iyi matematikçi olduğunu düşünüyordu. Bu tespit Hardy'nin Littlewood'la işbirliği yaptığı dönemler için özellikle doğruydu. Hardy ise bilinen mütevazılığıyla Littlewood'un tanıdığı en iyi matematikçi olduğunu söylüyordu. Hardy'ye göre anlayış, yöntem ve gücü Littlewood gibi bir araya getirebilen başka biri yoktu. Hardy'nin hâlâ kapsamlı bir biyografisinin bulunmuyor olması şaşırtıcı gelebilir. Onun kattığı çeşninin biraz olsun tadına bakmak isteyenler 1940'ta yazmış olduğu *Apology* adlı eserini okuyabilir. Hâlâ basılan bu mücevher değerindeki kitap pek çok dile de çevrilmiştir. Yakın zamanlı baskılarda Hardy'nin ölümünden sonra Snow tarafından kaleme alınmış önsöz yer almaktadır. Snow'un hatıraları eğlenceli olsa da kimi yönleriyle gerçeği aktarma konusunda sorunlu olabilir. *Apology* şöyle sona ermektedir:

> Ben "yararlı" hiçbir şey yapmadım. Hiçbir buluşum doğrudan ya da dolaylı, iyi ya da kötü dünyanın hoşluğuna en ufak bir şey katmadı, katacağı da yok. Başka matematikçiler yetiştirmeye yardımcı oldum ama bana benzeyen matematikçiler. Onların çalışmaları da, benim yardım ettiğim kadarıyla, en az benimkiler kadar yararsız. Tüm pratik değerlendirmeler göz önüne alındığında matematik yaşamım koca bir sıfır... O halde benim ya da benim gibi

---

* Modern tenisin atası sayılabilecek salon oyunu. (ç.n.)

matematik yapmış olan herhangi birinin yaşamındaki durum şudur: Bilgi birikimine bir şeyler kattım ve başkalarının da katmasına yardımcı oldum. Bu bir şeyler büyük matematikçilerin ya da büyük olsun küçük olsun arkalarında adlarının yaşayacağı bir şeyler bırakmış bir sanatçının yarattıklarından nitelik değil yalnızca nicelik olarak farklıdır.

Oswald Veblen (1880-1960)

Göttingen ile Princeton arasında karşılaştırma yapmak insana çok çekici geliyor. Nazilerin iktidara gelmesiyle Almanya'nın yaşadığı kayıp büyük ölçüde Amerika'nın kazancı haline dönüşmüştü. Princeton bu durumdan sonuna kadar yararlandı. Bu gelişmenin ardında yatan gerçekleri anlayabilmek için Princeton'ın kurumsal tarihçesine yüzyılın başından itibaren ele alarak kısaca bir göz atalım. Göttingen'in adının duyulmasında Felix Klein'ın oynadığı başrolün benzerini Oswald Veblen de Princeton'da sergilemiştir. Ayrıca her iki matematikçi kendi ülkelerinde ulusal boyutta büyük etkiye sahip olmuşlardır. Saygın araştırmacılar olmalarına

karşın her ikisi de bu açıdan çevrelerindeki diğer matematikçiler ayarında değildi. Matematiğe yaptıkları önemli katkıları başka yollardan gerçekleştirmeyi seçmişlerdi. Klein'ı esas olarak matematik siyasetçisi diye değerlendirebilirsek Veblen'i matematiksel devlet adamı biçiminde değerlendirmek yerinde olacaktır.

Birleşik Devletler'de araştırma düzeyinde matematiğin on dokuzuncu yüzyılın son çeyreğinde ortaya çıktığı görülür. Bu dönemde Johns Hopkins, Clark, University of Chicago gibi yeni kurumların araştırma yapmak ve geleceğin araştırmacılarını yetiştirmek gibi belirli hedefleri vardı. Ancak Princeton gibi daha eski kurumları da bunun dışında tutmamak gerekir. Princeton University 1896'ya değin College of New Jersey adıyla biliniyordu. Harvard ile Yale gibi burası da esasen bir eğitim kurumuydu ve bilimsel araştırmalara katkısı çok azdı. Princeton'ın matematik araştırmalarında ve ileri düzey eğitimde bir dünya merkezi olması ancak kırk yıl sonra gerçekleşmişti.

Bu yönde atılan ilk adım kolejin lisansüstü eğitim veren bir üniversite doğrultusunda yeniden düzenlenmesi kararının alınmasıydı. Daha sonra yapacağı Birleşik Devletler başkanlığından daha başarılı işler çıkardığı üniversite rektörlüğü döneminde Woodrow Wilson, çeşitli reformları yürürlüğe koydu. Reformların en önemlilerinden biri sınıfların daha küçük ve eğitimin daha kişisel olmasını sağlayan bir sisteme geçilmesiydi. Fizik ve doğa bilimleri bölümlerinde bu politikayı uygulama görevi fiilen fen fakültesi dekanlığı yapan matematikçi Henry Burchard Fine'a verilmişti. University of Texas'tan mezun olmasının ardından Avrupa'ya gitmiş olan Fine, önce 1884-85 döneminde Leipzig'de Klein'la, daha sonra ise 1891 yazında Berlin'de Kronecker'le birlikte çalışmıştı. Uygulamaya yeni konan sisteme yürekten bağlı olan Fine yeni sistem gereği, bölüme yeni görevlendirmeler yapılarak matematik programının güçlendirilebileceğini fark etti. Princeton'a bu yolla ilk gelenler arasında yer alan biri üniversitenin gelişiminde de önemli bir paya sahip olacaktı.

Oswald Veblen 24 Haziran 1880'de Iowa'nın çiftçi kasabası Decorah'ta dünyaya gedi. Veblen dört erkek, dört kız kardeşten

oluşan sekiz çocuklu ailenin en büyük çocuğuydu. Veblen'in Norveçli ataları on dokuzuncu yüzyılın ortalarında Amerika'nın batısına ilk yerleşenlerdendi. Oswald doğduğunda babası Andrew Veblen, Decorah'taki Luther College'da matematik ve İngilizce öğretmenliği yapıyordu ama kısa bir süre sonra lisansüstü eğitim almak için iki yıllığına Johns Hopkins University'ye gitti. Aldığı eğitimin ardından ailesiyle birlikte Iowa City'ye taşınan Andrew Weblen Iowa State University'de matematik ve fizik dersleri vermeye başladı. Oğlu Oswald da ilk üniversite derecesini 1898'de burada aldı. Oswald, Iowa State University'de bir yıl fizik asistanlığı yapmasının ardından 1900'de ikinci bir lisans diploması sahibi daha olduğu Harvard'a gitti.

Amerika Birleşik Devletleri'nde matematik alanında iyi bir lisansüstü eğitimi alabilmek ancak son on yıldır mümkündü. Öncesinde umut vaat eden genç Amerikalı matematikçiler ileri düzeyde eğitim almak için genellikle Avrupa'ya, çoğunlukla da Almanya'ya giderdi. Oswald Veblen lisansüstü eğitimi için seçkin ekonomist ve sosyal kuramcı amcası Thorstein'ın da eğitim kadrosunda yer aldığı University of Chicago'yu seçti. O dönemdeki diğer matematik öğrencileri arasında G. D. Birkhoff, N. J. Lennes ve R. L. Moore gibi isimler de yer alıyordu. Veblen, matematik derslerinin yanı sıra John Dewey'den felsefe dersi aldı. E. H. Moore yönetiminde gerçekleştirdiği doktorasını 1903'te geometrinin temelleri üzerine yazdığı teziyle tamamlamasının ardından matematik bölümünde doçent olarak geçirdiği iki yıl boyunca Chicago'da kaldı. Bunun sonrasında Veblen Princeton'da uygulanan yeni sistemin bir hocası olarak bu okula geçti. 1907'de Veblen'in Lennes'le birlikte yazdığı *Introduction to Infinitesimal Analysis, Functions of One Real Variable* (Sonsuz Küçük Hesabına Giriş, Tek Gerçel Değişkenli Fonksiyonlar) adlı ilk kitabı yayımlandı. Henüz yirmili yaşlarındaki Veblen ertesi yıl Princeton'da profesörlüğe getirildi.

Dekan Fine'ın kafasındaki plana göre umut vaat eden genç matematikçilerin göreve getirilmesiyle matematik bölümünde yavaş yavaş güçlü bir araştırma programı oluşacaktı. Veblen, topolog G. D. Birkhoff, analizci G. A. Bliss, diferansiyel geometrici Luther

Eisenhart ve cebirci Joseph Wedderburn'le birlikte bu düşünceyle göreve alınan ilk matematikçilerdendi. Fine, bu genç matematikçilerin yardımlarıyla araştırma ortamının iyileştirilme hamlesine öncülük etti. Birkaç yıl sonra Bliss Chicago'ya, Birkhoff da Harvard'a gitmek üzere bölümden ayrıldı. Bu arada aralarında topolog J. W. Alexander ve matematiksel mantıkçı Alonzo Church'ün de yer aldığı Veblen'in Princeton'lı eski doktora öğrencileri bölüm kadrosuna dahil edilmişlerdi. 1924'te cebirsel geometrici Lefschetz Kuzey Amerika'nın geniş çayırlarından* getirtilerek kadroya katıldı. Lefschetz kısa sürede bölümde önemli bir rol üstlenmişti. *Annals of Mathematics* adlı dergi 1911'de Princeton'a nakledildi. İlk önce Wedderburn daha sonra Lefschetz'in genel yayın yönetmenliğini yaptığı dergi kısa sürede dünya çapında bir araştırma dergisine dönüştü.

1920'lerde daha önce de gördüğümüz gibi University of Chicago eski günlerini arıyordu. Eckhart Hall'ün matematik bölümünün yeni yeri olarak inşa edilmesi eski günlere dönüşün ilk işaretiydi. Mezun olduğu okulla hâlâ bağlarını koparmayan Veblen yeni bina hakkında sürekli bilgilendiriliyordu. Veblen, dekan Fine'ı Princeton'da da en az Eckhart Hall kadar güzel olacak bir bina yapılması konusunda ikna etmeye çalışıyordu. Lefschetz'in aktardığına göre daha önce herkes evinde çalışıyordu. Fine'ın eski bir dostu ve sınıf arkadaşı varlıklı Thomas Jones, kardeşi David ve yeğeni Gwethalyn'le birlikte Princeton'a yüklü miktarda bir bağış yapmıştı. Fine'ın 1928'deki beklenmedik ölümü sonrasında bu bonkör bağışçılar Fine'ın anısına "bir matematikçinin ayrılmak istemeyeceği" bir bina inşa edilmesi ve bakımının sağlanabilmesi için bir miktar daha yardımda bulundular. Veblen bu işin sorumluluğunu üstüne aldı. Sonuçta ortaya çıkan, üniversite binaları için çıtayı bir hayli yükselten Fine Hall adlı binaydı.

Veblen binayı "benzer zihinsel ilgi alanlarına sahip kişilerin birbirlerini teşvik edecek ve destekleyecek şekilde bir araya gelebileceği ve kadroya yeni katılanlar kadar eski tüfekler için de önemli olan birbirleriyle teklifsiz ve kolay bir iletişimin sağlanabileceği"

---

* Lefschetz'in Princeton'a gelmeden önce çalıştığı Nebraska ve Kansas'taki üniversitelere gönderme yapmak için bu kentlerin yer aldığı coğrafya kullanılmıştır. (ç.n.)

bir merkez olacak şekilde titizlikle planlamıştı. Veblen, fizikçilerle iletişimin iyi olmasını sağlayabilmek için de kampüste fizik laboratuvarına komşu bir arazi seçmişti. Yeni bina bir koridorla bu laboratuvara bağlıydı. Veblen 1928-29 dönemini konuk hoca olarak geçirdiği Oxford'dan yeni dönmüştü. Binanın dış cephesi için "Oxford kolej stilinde" kırmızı tuğla ve kireçtaşı karışımını seçti. Veblen bina içi döşemeleri içinse New York'tan kaliteli bir dekorasyon firmasıyla anlaştı. Yeni binada öğretim üyelerinin "ofisleri" değil "çalışma odaları" vardı. Bunların bazıları şömine, oymalı meşe kaplamalar, deri koltuklar, şark halıları, gizli yazı tahtaları ve vitraylı pencerelerle donatılmış çok geniş odalardı. Binada ayrıca birinci sınıf bir bölüm kütüphanesi, toplantı odaları ve diğer başka olanaklar da mevcuttu.

1930'da Institute for Advanced Study'nin kurulması Veblen'in önüne aşılması gereken yeni güçlükler çıkartmıştı. Bamberger ve Fuld aileleri New Jersey eyaleti içinde ya da yakınlarında bir araştırma enstitüsü kurulması için bağışta bulunmuşlardı. Sahip olduğu kırsal atmosferin, saf bilimsel çabaların ortaya konmasında aracı olacağı düşünülen ve bünyesinde iyi bir araştırma kütüphanesi barındıran Princeton'ın bu iş için uygun bir tercih olacağına karar verildi. Enstitünün ilk baştaki hedefi matematik olarak belirlendi. Öğretim kadrosuna ilk atanan Veblen'e School of Mathematics'in ilk kadrosunu oluşturma görevi verildi. Başlangıçta Alexander, von Neumann, Einstein ve Weyl göreve getirilirken iki yıl sonra bu isimlere Marston Morse eklendi. Enstitüye her yıl pek çok konuk geliyor, sürekli üye olarak adlandırılan birkaç araştırma görevlisi burada çalışıyor olsa da matematik okulunun devamlı kadrosu ilk on yıl boyunca yukarıdaki altı isimden oluşuyordu. Enstitünün doktora sonrası çalışmaya odaklanma politikasından büyük ölçüde Veblen sorumluydu. Veblen'in bu konuya ilişkin düşünceleri üniversite yıllarından elde ettiği deneyimle şekillenmişti. Veblen enstitünün akademik kadrosunda yer almasının yanı sıra ilk yıllardan itibaren vakfın mütevelli heyetinin de bir üyesiydi. Bugün enstitü binalarının bulunduğu arazinin satın alınma işinin ayarlanmasında Veblen'in büyük katkıları olmuştur. Bu

binalar 1939'da tamamlanana dek enstitü üniversitenin imkânlarından yararlanmıştı. Enstitü kadrosundaki matematikçilerin ofisleri Fine Hall'de yer alıyordu.

Veblen'in arabuluculuk, kaynak yaratma ve organizasyon yetenekleri olağanüstüydü. Daha 1919'da National Academy of Sciences üyeliğine seçilen Veblen Washington'daki güçlü ve tutkulu bilimciler çevresine dahil olmuştu. Veblen 1923'te The Rockefeller Foundation ile National Research Council'i fen alanında yapılan doktora sonrası çalışmalara verdikleri burs programına matematiği de dahil etmeleri konusunda ikna etti. Bu burslar genç bilimcilerin geçimlerini sağlayarak kendilerini tamamıyla araştırma çalışmalarına adamalarına hizmet ediyordu. Veblen aynı zamanda American Mathematical Society'nin kritik bir dönemde gerçekleştirdiği ilişkilerinde etkin bir biçimde yer alarak matematik araştırmaları için kaynak yaratılmasını sağlamıştı.

Veblen 1932'de bir dizi konuşma yapmak üzere Almanya'da Göttingen, Berlin ve Hamburg'a gitti. Hemen sonrasında yaşanan Nazi döneminde yerlerinden edilen çok sayıda Avrupalı matematikçinin Birleşik Devletler'e yerleşmesinde etkin bir rol oynadı. Uluslararası toplum bu süreçte hızlı davransa da gelişmelerden etkilenen üniversite hocası sayısı çok fazlaydı. İşsizliğin öncelikli bir sorun olduğu ekonomik buhran döneminde çoğu işe alınabilir konumda olmayan bu kadar çok sayıda göçmene iş bulmak da çok kolay değildi. Yine de dünyanın en iyi bilimcilerinden bazılarını kadrollarına katmak isteyen Amerikan üniversiteleri bu durumdan mümkün olduğunca yararlandı. İngiltere ve diğer bazı Avrupa ülkeleri de daha küçük çapta benzer uygulamalara gitmiş olsa da bu ülkeler bir yandan da öncelikle Nazilerden kaçmak ve daha sonra Amerika'ya gitmek isteyenlerin geçiş noktaları oldular. The Rockefeller Foundation'la finanse edilen New York'taki International Education Board bir süredir Avrupalı üniversite hocalarına, Avrupa ve Amerika'daki merkezlere gitmelerini sağlayan bir burs programı yürütmekteydi. The Rockefeller Foundation ve diğer bazı bilim sever kuruluşlar, işlerinden edilmiş olanların Amerika'ya göç etmelerine yardım etme çabasına yönelmişlerdi.

Daha sonra, erken bir dönemde henüz koşullar güçleşmemişken Nazilerden kaçarak Amerika'da yeni bir hayata başlayan birkaç göçmen hikâyesi göreceğiz. Veblen, İngiltere'de Hardy, Fransa'da Hadamard, Hollanda'da Freudenthal ve diğer bazı kişilerle işbirliği halinde çoğu zaman ümitsiz bir çaba içinde Nazilerden kaçmaya çalışan insanlara yardım etmek için engin deneyimi ve ikna gücünü kullanmıştı. Veblen bütün bunları yaparken daha sonra göreceğimiz gibi akademik dünyaya adım atmaya çabalayan genç Amerikalıların pahasına bu işlerde çok ileriye gidildiğini savunan Harvard'dan Birkhoff'un muhalefetiyle karşılaşacaktı.

Çoğu zaman zorlu geçmesi muhtemel görüşmeler Veblen'e havale edilirdi ama kendini geri planda tutan kişiliği nedeniyle görüşmelere nerede dahil olduğunu kestirmek bizim açımızdan pek kolay değil. 1930'ların sonunda matematiksel araştırma yayınlarının gözden geçirilmesine ilişkin ciddi bir sorunu halletme çabası Veblen'in önemli rol oynadığı olaylardan biriydi. On dokuzuncu yüzyılın sonlarından itibaren bu işi Preussischen Akademie der Wissenschaften'in yayımladığı *Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik* yerine getiriyordu ama önemli makalelere ait değerlendirmeler bile genellikle yetersiz oluyor, uzun gecikmeler yaşanıyordu. 1931'de Springer Yayınevi, yayın kurulunda Avrupa ve Amerika'dan seçkin matematikçilerin bulunduğu *Zentralblatt für Mathematik und ihre Grenzgebiete*'yi çıkarmaya başladı. Yazı işleri yöneticiliğini Georg-August'tan Otto Neugebauer'in yaptığı bu yeni değerlendirme dergisi verimliliğiyle kısa sürede adından söz ettirdi. Ne var ki, Bieberbach yönetimindeki *Fortschritte* editörleri ideolojik müdahalelerde bulunmaya başlamış, 1937'den itibaren de bu durum *Zentralblatt*'a sirayet etmişti. Örneğin, Sovyet eleştirmenlerin yanı sıra mülteci Yahudilerin değerlendirme yapmaları engellenmişti. København Universitet'e geçmiş olan Neugebauer bu noktada yayın kurulundan çok sayıda kişiye katılarak baş editörlük görevinden ayrıldı. Bunun sonucunda *Zentralblatt* çok büyük güç kaybına uğradı. Tam bu sıralarda American Mathematical Society kendi değerlendirme dergisini çıkarmayı düşünüyordu. Springer'den bir temsilci derneği temsil eden Veblen'le görüşmeye

gitti. Farklı seçeneklerin değerlendirildiği görüşmeler sonrasında Amerika'da *Mathematical Reviews* yayımlanmaya başlarken Almanya'da *Zentralblatt* savaş yıllarında ayakta kalabilmek için mücadele veriyordu.

Birinci Dünya Savaşı'nda Veblen, Maryland'deki Aberdeen Proving Ground'da poligon ve balistik çalışmalardan sorumlu önce yüzbaşı, ardından binbaşı rütbesiyle görev yaptı. Veblen, Amerika'nın İkinci Dünya Savaşı'na girmesinin ardından balistik çalışmaları yapmak üzere aynı yere döndü. Veblen acil çözüm bekleyen problemler üzerine çalışacak matematikçilerin burada görevlendirilmesinde etkili oldu. Örneğin, şok dalgaları üzerine çalışması için von Neumann'ın buraya getirilmesini büyük ölçüde Veblen'in ayarladığı belirtilmektedir. İlk elektronik bilgisayar üretimine yönelik 1943 tarihli öneri Veblen'in yürekten ve kararlı desteğini almıştır. Tıpkı daha sonra Institute for Advanced Study'de (von Neumann) elektronik bilgisayar önerisinin alacağı gibi. Savaş sonrasında uluslararası matematik etkinlikleri 1950'de Massachusetts, Cambridge'de düzenlenen Uluslararası Matematikçiler Kongresi'yle resmi olarak kaldığı yerden devam etti. Kongre başkanlığını Veblen yapıyordu. Veblen aynı yıl Institute for Advanced Study'den emekli olsa da matematiğin gelişimine yönelik çalışmalarına devam etti. Oslo, Oxford, Hamburg, Chicago, Princeton, Edinburgh ve Glasgow üniversitelerinden onursal dereceler alan Veblen aynı zamanda çok sayıda bilim akademisinin de onursal üyesiydi.

Kendi tabiriyle bu "eski kafalı liberalin" yaptıkları, burada yer verilemeyecek denli uzun bir liste oluşturuyor. Oswald Veblen, 10 Ağustos 1960'ta Maine, Brooklin'deki yazlık evinde seksen yaşında yaşamını yitirdi. Veblen 1908'de Yorkshire'lı Elizabeth Richardson'la evlenmişti. Çiftin hiç çocuğu olmadı. Veblen'ler açık havada olmaktan büyük keyif alırlar, Princeton civarındaki kırlık alanlarda arkadaşlarıyla uzun yürüyüşlere çıkarlardı. Veblen'ler 1957'de Princeton yakınlarındaki yaklaşık 330 dönümlük arazilerini "insanın arabalardan uzakta yürüyüp oturacağı bir yer olması umuduyla halka açık bir arboretum (şimdi Herrontown Arbore-

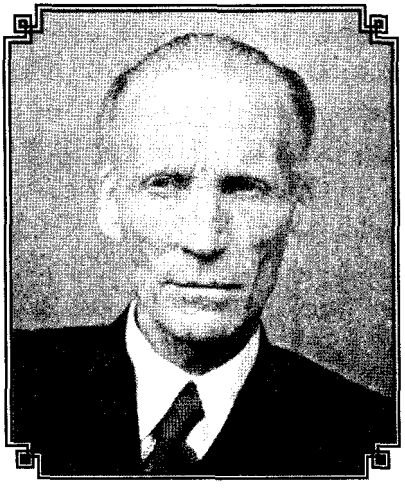
tumu olarak bilinen yer) oluşturulması" için bağışladılar. Yaklaşık bu zamanlarda bir danışmanlık işiyle uğraşan Veblen geçirdiği bir kaza sonucu görüşünde ciddi sorunlar yaşamaya başladı. Yine de bu kaza Veblen'in iyi ve içten ruhunda hiçbir iz bırakmamıştı.

Matematikte ise Veblen öncelikle ve kesinlikle geometriciydi. Daha önce gördüğümüz gibi Veblen'in geometrinin temellerine ilişkin, kaynağını Herbert'in aksiyomatik yaklaşımından alan eskilere dayanan bir ilgisi vardı. Veblen buradan hareketle ikinci büyük ilgi alanı mantığa yöneldi. Veblen özellikle izdüşümsel geometriyle ilgileniyordu ve bu ilgisinin sonucunda ilk cildi 1910'da ikincisiyse 1918'de yayımlanan *Projective Geometry* (İzdüşümsel Geometri) adlı yapıtını kaleme aldı. Princeton'dan meslektaşı John Wesley Young'la beraber yazdığı ilk cildin önsözünde şu satırlar yer almaktadır:

> Bu ciltte geometrinin temellerine ayrılan bu kısıtlı alanda bile kimi matematikçilere göre pedagojik açıdan bazı olumsuzluklar varmış gibi görünebilir. Buna bizim verebileceğimiz tek yanıt bize göre temellerine dikkat etmeden geometri hakkında yeterli bir bilgi edinmek mümkün değildir. Ayrıca, daha ileri geometrik disiplinler arası eşgüdüm en kolay izdüşümsel geometri aracılığıyla sağlandığından izdüşümsel geometride soyut yaklaşımların özellikle istenen bir şey olduğuna inanıyoruz. Eukleides, Descartes, Lobaçevskiy'le ilişkilendirilen geometrik disiplinlerin izdüşümsel geometriden türetilmesi, izdüşümsel geometriyi bu disiplinlerden birinden türetmekten daha doğal olduğundan izdüşümsel geometrinin temellerini geometrinin temelleri olarak kabul etmek de daha doğaldır.

Veblen ilgisini daha sonra diferansiyel geometriye yönelterek o zamanlar kendisinin gözetiminde çalışan J. H. C. Whitehead'le birlikte *The Foundations of Differantial Geometry* (Diferansiyel Geometrinin Temelleri) adlı kitabını yazdı. Kitap, büyük etki yaratan Cambridge Matematik Serisi'nden çıkmıştı. Bu monografide modern anlamda tanımlanmış diferansiyel manifoldlara ve tam olmasa da yaklaşık olarak lif demeti kavramına rastlanabilir. Veblen daha sonra yol geometrisi (bugün afin bağlantılarıyla ele alınıyor) ve kendi verdiği adla izdüşümsel görelilik üzerine çalıştı.

Veblen aslen geometrici olsa da ikincil ilgi alanı da topolojiydi. Topoloji üzerine araştırma yaptığı dönem görece kısaydı. Yirmi yıldan az sürmüştü. Bu çalışmalara henüz Chicago'da olduğu dönemde Jordan eğrisi teoreminin ilk eksiksiz kanıtını yaptığı yayınla başlamıştı. Princeton'a gitmesinin ardından kombinatorik topolojiyle daha yakından ilgilenmeye başlayarak bazıları koruyuculuğunu yaptığı J. W. Alexander'la birlikte olmak üzere bir dizi araştırma makalesi yayımladı. Veblen, New Haven'da American Mathematical Society'nin düzenlediği 1916 tarihli kolokyum konuşmalarında o zamanlardaki adıyla homoloji kuramı ve temel grup üzerine bir rapor sundu. Veblen bu konuşmalara büyük etki yaratan 1922 tarihli *Analysis Situs* (Konum Analizi) adlı kitabında yer verdi. Bu eser kombinatorik topoloji üzerine yayımlanan ilk ders kitabıydı. Veblen topolojiyle ilgilenmeye devam etse de sonraki yıllarda konuya ilişkin pek araştırma yayımlamadı.



L. E. J. Brouwer (1881-1966)

Hollanda, ülke büyüklüğüyle kıyaslandığında şaşırtıcı sayıda üst düzey matematikçi çıkarmıştır. Bu matematikçiler içinde yirminci yüzyıldaki en göze çarpanı L. E. J. Brouwer'dir. Şimdiye dek Brouwer'in matematiğin temellerine ilişkin çalışmaları üzerine çokça, büyük bir tarihi öneme sahip olsa da diğer matematiksel çalışması üzerine daha az yazılıp çizilmiş olmasına karşın sahip olduğu mistik düşünceler çok kısıtlı bir çevre dışında hiç ciddiye alınmamıştır. Son yıllarda yapılan biyografik araştırmalar çok işler başarmış, zamanını ve enerjisini sert tartışmalarla geçirmeseydi çok daha fazlasını yapabilecek olan bu büyük matematikçinin yaşamına ışık tutmuştur.

Aile içindeki adı Bertus olan Luitzen Egbertus Jan Brouwer, 27 Şubat 1881'de şimdi Rotterdam'ın içinde kalan Overschie adındaki küçük bir kasabada dünyaya geldi. Babası Egbertus Luitzen ile annesi Hendrika (kızlık soyadı Poutsma) Hollanda'nın Frizya bölgesinden geliyordu. Aslen öğretmen olan babası daha sonra Haarlem'de orta dereceli bir okulda müdür olmuştu. Bu gerçekleşmeden önce ise aile Overschie'den, başka bir küçük kasaba Medemblik'e taşınmıştı. Bertus'un iki erkek kardeşi burada dünyaya geldi. Eğitimine kasaba okulunda başlayan geleceğin matematikçisi, lise eğitimi için Hoorn'a gitti. Aile Haarlem'e taşınınca Brouwer de eğitimine buradaki *gymnasium*'da devam etti. Brouwer iki yıl sonra erken sayılabilecek bir yaşta, on altısındayken Universiteit van Amsterdam'a girdi. Gerçi üniversiteden ancak yedi yılda mezun olabilecekti. Bu gecikmede araya giren askerlik hizmetinin de etkisi vardı. Brouwer ordunun içinde olmaktan hoşlanmadığı gibi bu süreçte sağlığını da kaybetti. Öğrencilik yıllarında karşısına çıkan bazı ilginç okul arkadaşları Brouwer'in entelektüel ufkunu genişletti. Protestan kilisesinin Remonstrantlar* olarak bilinen küçük bir akımına katıldı. İtalya'ya yürüyerek giden Brouwer yaşamı boyunca uzun yürüyüşlere çıkmaktan ve beden egzersizleri yapmaktan keyif almıştı.

Brouwer 1904'te yirmi üç yaşındayken kendisinden on bir yaş büyük Reinharda Bernadina Frederica Elizabeth de Holl'le evlendi. Karısının ilk evliliğinden bir kızı vardı. Karısıyla Brouwer sağlık, beslenme ve çıplaklık üzerine benzer düşüncelere sahiplerdi. Reinharda kocasının mistik düşüncelerine de hoşgörüyle yaklaşıyordu. Aynı yılın ilerleyen zamanlarında Amsterdam yakınlarındaki Laren'de sahip oldukları eve ek olarak Blaricum'da bir kır evi inşa ettirdiler. Blaricum, Amsterdam'dan çok uzakta olmayan, kıyı şeridinde komünal hayat ve benzeri uygulamalarla erken dönemlerde hippi kültürünün hüküm sürdüğü bir yerdi. Çok sayıda kişi, bugün varlığını hâlâ sürdüren kulübelerde yaşardı. Brouwer'ler burada kendilerini mistisizme vermiş, bitkisel tedavi uygulamalarıyla ilgilenmişlerdi.

---

* Hollanda Protestanlığı'nın Kalvenizm'den ayrı duran kolu. (ç.n.)

Brouwer henüz öğrenciyken dört boyutlu Eukleides uzayının döndürme grubunun yapısına ilişkin üç araştırma makalesi yayımlamıştı. Bu makaleleri potansiyel kuramı üzerine iki makale izledi. Matematik söz konusu olduğunda bu dönemde Brouwer'in en çok etkilendiği isimler Universiteit van Amsterdam'dan seçkin uygulamalı matematik profesörü Diederik Johannes Korteweg ile o zamanlar öğretmenlik yapan yetenekli matematikçi ve felsefeci Gerrit Mannoury'ydi. Brouwer içeriği daha sonra *Yaşam, Sanat ve Mistisizm* adıyla yayımlanacak bir dizi konuşma yapmıştı. Brouwer'in 1907 tarihli "Matematiğin Temelleri Üzerine" başlıklı doktora tezi birkaç konunun karışımı gibiydi. Tez danışmanı Korteweg, Brouwer'i tezine bir felsefe bölümü eklemekten vazgeçirmişti. Brouwer 1900 Uluslararası Matematikçiler Kongresi'nde Hilbert'in öne sürdüğü üç problemi çözdüğünü iddia ediyordu. Bunlar sürem varsayımına ilişkin olan birinci problem, aritmetiğin tutarlılığına ilişkin olan ikinci problem ve Lie grupları kuramında türevli olma koşuluna ilişkin olan beşinci problemdi. Ancak Brouwer'in her bir konu üzerinde söyleyecek bir şeyleri olsa da ilk iki problemde asıl konuya çok değinilmeden yapısal bir çerçeve çiziliyor, son problemde ise yalnızca tek parametre durumu ele alınıyordu. Brouwer tüm bu konu başlıklarına ileride yine dönecekti.

Brouwer 1908'de Roma'da iki konuşma yaptığı Dördüncü Uluslararası Kongre'ye katıldı. Brouwer konuşmaların birinde artık iki boyutlu duruma genişlettiği Hilbert'in beşinci problemi üzerine yaptığı çalışmayı anlatmış, bu çalışmayı daha sonra *Annalen*'de yayımlamıştı. Brouwer kongrede diğer matematikçilerle de tanışma fırsatı yakalamıştı. Tanıştığı kişilerden özellikle Hadamard Brouwer için önemli bir tavsiye ve bilgi kaynağı haline gelecekti. Darboux ve Picard'dan etkilenirken görüntüsünden hoşlanmadığı Mittag-Leffler ise üzerinde aynı etkiyi bırakmamıştı. Poincaré, Brouwer için tam bir keşif olmuştu. Anlaşılan henüz Poincaré'nin yayınlarına ulaşamamıştı.

O dönemde düzlem kümeleri topolojisinde en büyük otorite Arthur Moritz Schoenflies'ti. Schoenflies'in çok iyi bir hoca olduğu söylense de yayımlanacak çalışmalarını yazarken yeterince

özen göstermiyordu. Brouwer, Schoenflies'in ortaya koyduğu bazı sonuçların –ki kendi çalışmalarını bu sonuçlara dayandırmıştı– doğru olarak ispatlanmadığını ve hatta yanlış olduklarını fark etti. Brouwer, Hilbert'e bu konuya ilişkin bir eleştiri raporu gönderdi. Hilbert de bu raporu Schoenflies'in gönderdiği yorumlarla birlikte biraz gönülsüzce de olsa *Annalen*'de yayımlamayı kabul etti. Brouwer artık nokta-küme topolojisinde derinlemesine inceleme yapmaya koyulmuştu. Brouwer, "Zur Analysis Situs" (Topoloji Üzerine) başlıklı makalesiyle bu konudaki öncü kişilerin yapmış olduğu sezgisel kabullerin hâlâ büyük bir çoğunluğunun geçersiz olduğunu gösterdi. Bunun ardından nokta-küme topolojisine ilişkin başka makaleler yazmaya devam etti. Bu makalelerin birinde Jordan eğrisi teoreminin zarif bir ispatını yaptı. Brouwer'in nokta-küme topolojisine yaklaşımı Hausdorff'tan hayli farklıydı. Brouwer'in matematiğin aksiyomlardan ziyade anlamlı sezgilere dayanması gerektiği düşüncesiyle reddettiği aksiyomatik yönteme Hausdorff gönülden bağlıydı.

Yine de Brouwer'in o dönemdeki en önemli çalışmaları sabit noktaların varlığına ilişkindi. Örneğin Brouwer "Bir küreden hiçbir nokta yerinde kalmayacak biçimde bire bir sürekli bir gönderim yapmak mümkün müdür?" gibi sorularla ilgileniyordu. Brouwer bu soruya verdiği olumsuz yanıtın ardından tartışmasını yüksek boyutlara çıkmadan yüzeylere taşıdı. Sabit nokta problemleri daha önce de Poincaré tarafından diferansiyel denklemler bağlamında dikkate alınmıştı ama Poincaré'nin yaklaşımında ilgili fonksiyonlar üzerinde her zaman için Brouwer'in yöntemlerinin gerektirmediği bir kısıtlama söz konusuydu. Çok çeşitli yollarla genelleştirilen Brouwer'in sabit nokta teoremi topolojinin klasik sonuçlarından biridir. Bugün öğrencilerce bilinen bir diğer sonuç ise bir yüzey üzerindeki tekillikler çevresinde vektör alanlarının davranışıyla ilgilenen tüylü top teoremidir.

1909 bütünüyle topoloji araştırmalarıyla geçen bir yıl olmuştu. Brouwer'in Amsterdam'da *privat docent*'liğe getirilmesiyle geometri eğitiminin güçlendirilmesi hedefleniyordu. Brouwer açılış dersini "Geometrinin Doğası" adıyla vermişti. Matematiksel kuramların

özellikle geometride Hilbert'in *Über die Grundlagen der Geometrie* adlı eserinin ruhuna uygun olarak topolojiye dayanması gerektiğini öne sürdü. Brouwer, Hilbert'le ilk kez Scheveningen'de tatilini geçirdiği bir zamanda karşılaşmış ve onu Blaricum'da ağırlamıştı: "Bu yaz dünyanın bir numaralı matematikçisi Scheveningen'deydi. Onunla zaten çalışmalarım aracılığıyla iletişim içindeydim ama bu kez onunla sayısız yürüyüşe çıktım. Peygamberiyle konuşan bir mürit gibiydim." Brouwer Noel'i kardeşiyle birlikte Paris'te geçirdi. Sürekli fonksiyonlara simplisiyal yaklaşım düşüncesine de burada ulaşmıştı. Brouwer bu yapı sayesinde Gauss'tan beri bilinen ve Kronecker tarafından kullanılan çok iyi anlaşılmış cebirsel kavram "derecenin" tüm sürekli fonksiyonlara genişletilebileceğini gördü. Büyük bir heyecanla 1910 yılının ilk günü Hilbert'e yazdığı mektupta bundan söz etti.

Brouwer muhteşem geçen iki yıl boyunca topolojiyi, beş yıl öncesinde Poincaré'nin bıraktığı noktadan çok daha ileriye taşıyarak dönüştürdü. Brouwer önemli bir çalışmada Fransız analizci Henri Lebesgue'le bıkkınlık veren bir öncelik tartışmasına girdi. Sezgisel olarak boyut kavramı uzun bir süredir biliniyor olsa da Cantor sezginin bu açıdan hayli yanıltıcı olabileceğini göstermişti. Bu görüş boyutun topolojik değişmezliğine ilişkin temel nitelikte bir soruyu ortaya çıkarmıştı. Brouwer değişmezliğe ilişkin kanıtını Ekim 1910'da Koninklijk Wiskundig Genootschap'a sunarken aynı çalışmayı birkaç ay sonra *Annalen*'de yayımladı. Çalışma *Annalen*'de, Lebesgue'in derginin editörüne gönderdiği büyüklük taslayan mektubunun bir özetiyle birlikte yayımlanınca Brouwer çılgına döndü. Lebesgue mektubunda aynı sonucun ispatına ulaşırken kullandığı başka bir yolu ana hatlarıyla aktarmıştı. Brouwer, Lebesgue'in yönteminin işe yarar hale getirilebileceğinin ama yine de çok büyük bir güçlükle karşı karşıya olunduğunu fark etmekte gecikmedi. Bu durum pek çok tatsızlığa neden oldu. Kısa bir süre sonra Brouwer bu kez de Paul Koebe'yle otomorf fonksiyonlar kuramı üzerine yine böyle bir tartışmaya girdi. Brouwer bölgenin değişmezliği ispatıyla Poincaré'nin düşünce şeklini daha da sağlamlaştırmıştı.

Brouwer'in, ispatların genellikle okuyucuya bırakıldığı konuları açıklama tarzı çalışmalarını takip etmeyi çok güçleştiriyordu. Ne olursa olsun en üretken çağının sonlarına doğru Brouwer biraz geç kalınmış olsa da uluslararası boyutta tanınıyor, çalışmaları Hollanda içinde de kabul görmeye başlıyordu. Brouwer 1912'de Koninklijke Akademie van Wetenschappen üyeliğine seçilirken üniversitede de doçentliğe getirildi. Ertesi yıl Brouwer Universität Göttingen'de profesörlük teklifi aldı ama Korteweg, yıldız öğrencisiyle görev yerlerini değiştirme konusunda anlaşınca Brouwer Amsterdam'da derhal profesörlüğe getirildi. Böylece Brouwer *privaat docent* olduğu dönemde giderek artan maddi sıkıntılarından da kurtulmuş oldu.

Annalen'e gönderilen makalelere yaptığı hakemlik bir yandan çok zamanını alırken Brouwer, Birinci Dünya Savaşı uluslararası ilişkilere darbe vurana dek Alman matematikçilerle bağlarını da güçlendirebilmişti. Brouwer'in hakemliği genellikle kılı kırk yaran bir titizlikteydi. Yine de yazı işleri kuruluna dahil edilmesi onun kabul gördüğünün bir işaretiydi. 1915'te evinde verdiği bir yemeğe katılan bir konuğun gözünden Brouwer'e bakalım: "Etkileyici zeki tavırları olan sempatik biri. Matematiksel bir dehanın çoğu zaman muhakeme özgürlüğü ve asil bir kişilikle el ele olması ilginçtir. Kibar, keskin ve maneviyatla dolu bir kafa, küçük kırışıklıkların görüldüğü tıraşlı bir yüz. Henüz otuz dört yaşında. Beyaz, keten bir takım giymiş. Konuşurken düşüncelere daldığı zamanlarda yere oturuyor."

Savaşın sona ermesinin ardından Brouwer yüzey topolojisine ilişkin bir dizi makale yayımlasa da ana ilgi alanı giderek matematiğin temellerine doğru kayıyordu. Universität Berlin, Universität Göttingen ve Universiteit Leiden Brouwer'i Amsterdam'dan ayrılması yönünde ikna etmeye çabaladı. Berlin'deki ilgili komite Brouwer'in o zamana dek elde ettiği başarıları çok güzel özetlemişti:

> Genellikle makaleleri *analysis situs* üzerinedir. *Analysis situs*'un uzun yıllarca boşu boşuna aranan temellerini sağlam bir şekilde ortaya koymuştur. Araştırmalarını en önemli sonuçları arasında burada yalnızca kapalı yüzeyler aracılığıyla boyut değişmezliği ve uzay ayrışması ispatı, bölge değişmezliği teoremi, topun sürekli dönüşümünün sabit noktasının varlığı teoremi ve sü-

rekli dönüşümler üzerine geniş kapsamlı grup kuramsal araştırmalara değineceğiz. Brouwer'in fonksiyon kuramında temel uniformizasyon teoreminin ispatı için en doğurgan uygulamaları gerçekleştirmiş olduğu bu teoremler, modern fiziksel ve astronomik diferansiyel denklemler kuramı için en hayal edilmedik sonuçları da vaat etmektedir. Brouwer'in yöntemlerinin özgünlüğüne daha sonraki kuşaktan hiçbir matematikçi yaklaşamamıştır. Yalnızca soyut değil uygulamalı matematikte de sahip olduğu geniş kapsamlı ve derin bilgi Brouwer'in emrine amadeydi. Almancayı akıcı konuşur, akademik derneklerde bu dilde konuşmalar yapmışlığı vardır. Genel olarak Almanya'ya hoşgörüyle bakan siyasi bir görüşe sahiptir.

Brouwer gelen bu teklifleri Amsterdam'dan elde edebileceği tüm ödünleri almak için kullandı. Brouwer'in isteği Göttingen'dekine rakip olabilecek bir bölüm yaratmaktı. Brouwer sezgisel matematiğe eğilimli Weyl'e yeni bölümde kürsü teklif etti. Weyl Zürich'te kalmayı seçince Brouwer bu kez teklifi Hollandalı kökenlere sahip Birkhoff'a götürdü. Ne yazık ki sonuçta Brouwer, Utrecht'e gelen Fransız matematikçi Denjoy dışında ekibine üstün nitelikli yabancı meslektaşlarını katma konusunda başarısız oldu. Brouwer bu başarısızlığın nedeni olarak Amsterdam'daki yetkilileri görüyordu. Brouwer sık sık Göttingen'e gidiyordu. Burada Gesellschaft der Wissenschaften üyeliğine seçilmişti. Oldukça yakınlardaki Harz dağlarında tatillerini geçirebileceği bir ev satın almıştı.

Brouwer'in topolojideki yenilikçi yöntemleri artık diğer matematikçilerce, özellikle de Berlin'den Erhard Schimdt ve Princeton'dan Alexander ve Veblen tarafından benimsenmişti. Brouwer Göttingen'de Rus topologlar Aleksandrov ve Urison'la tanıştığında yeniden bu konuya dönüş yapmış, iki Rus matematikçiyi Blaricum'daki evine davet etmişti. Brouwer bir guru gibi kabul edilmesinin tadına giderek daha çok varırken evi de matematikçiler için kutsal bir yere dönüşmüştü. Kendisine akıl danışmak için sürekli evine gelen genç topologlar arasında Hopf, Hurewicz, Menger, Newman, Emmy Noether ve Vietoris gibi isimler vardı. Bazılarıysa tekrar tekrar geliyordu. Ne yazık ki Brouwer'in tuttuğu günlüğü 1928'de çalındı ve bir daha bulunamadı. Evde yaşanan tartışmalara bir de Brouwer'in açısından bakmak çok ilginç olabilirdi.

Karl Menger ve Witold Hurewicz boyut kuramı üzerine Brouwer'le birlikte çalışmak için Viyana'dan Amsterdam'a gelmişlerdi ama ne yazık ki çok geçmeden Brouwer ile Menger'in arası açıldı. Brouwer'in asistanlığına getirilen Hurewicz "araştırma notları" adlı klasikleşmiş seride homotopi kuramının temellerini attı. Sürekli fonksiyonların homotopisi ya da bir başka deyişle sürekli deformasyonu Brouwer'in 1912'den beri ilgilendiği bir konuydu. Brouwer derecenin bir homotopi değişmezi olduğunu ve daha sonra da bu sayının belirli durumlarda homotopi sınıfını belirlediğini göstermişti. Brouwer'in asistanlığını yapan ve yeni kurama pek çok katkıda bulunan Hans Freudenthal, ustanın zihnini matematiğin sezgisel ilkelere dayanarak yeniden inşası programı meşgul etse de "bir şekilde varlığının iki asistanına esin kaynağı olduğunu" yazmıştı.

Hilbert'in yaşam öyküsüne Brouwer'inkinden daha önce yer verdiğimizden ikiliyi bütünüyle birbirinden ayıran meseleyi zaten ele almıştık. Burada kısa bir hatırlatma yapalım. İlk olarak Brouwer ile Hilbert'in matematiğin temellerine ilişkin düşünceleri birbirlerine zıttı. Hilbert, matematiğin tutarlılıklarının ispat edilmesi gereken bir dizi aksiyomlara dayandığını düşünen bir biçimciydi. Brouwer ise üçüncünün olmazlığı ilkesine dayanan iddiaları kabul etmeyen bir oluşturmacıydı. Brouwer'in kendine özgü oluşturmacılığı sezgicilik olarak adlandırılıyordu. İkinci olarak, Bologna'da 1928'de düzenlenen uluslararası kongreye Almanların katılıp katılmayacağı meselesi vardı. Brouwer davetin yapılış biçiminin aşağılayıcı olduğunu düşünüyordu. Daha önce gördüğümüz gibi o zamanlar sağlık durumu kötü olan Hilbert, Brouwer'in tutumuna aşırı tepki göstererek meslektaşlarının gönülsüzce verdiği desteklériyle birlikte Brouwer'in *Annalen* yazı kurulundan çıkarılması için çabaladı. Bu gelişme Brouwer'i öylesine soğuttu ki ikinci evi olarak gördüğü Göttingen'e bir daha asla dönmediği gibi daha önce dünyanın en büyük matematikçisi kabul ettiği kişiye de sırtını döndü.

Hilbert'in yaptıklarına Brouwer 1934 yılında *Compositio Mathematicae* adlı yeni bir dergi kurarak yanıt verdi. Kimilerinin beklentilerinin aksine *Compositio*, sezgiselciliğin dillendirildiği bir

kürsü değil kaliteli, normal bir matematik araştırmaları dergisiydi. Artık ellili yaşlarına gelmiş olduğu bu dönemde Brouwer esas olarak, sıradan matematiğin yerine geçmesi gerektiğini düşündüğü sezgisel matematiği geliştirmekle meşguldü. Bu, Brouwer'in kendi sabit nokta teoremi gibi çok sayıda kabul görmüş sonucu reddetmesi anlamına gelse de bunun karşılığında Brouwer geleneksel matematikte karşılığı olmayan bazı yeni sonuçlara ulaşmayı başarmıştı. Görünüşe göre Hilbert'in gönül yaralayıcı saldırıları karşısında bezginliğe kapılan Brouwer bir köşeye çekilerek kendi başına çalışıyordu. Bu dönemde hangi konular üzerine düşündüğüne dair bir fikir verebilecek makaleleri ne yazık ki 1943 yangınında yok oldu. Topoloji alanında yeni bir şeyler yayımlamadığı uzun bir aralığın ardından 1939'da türevli manifoldların üçgenlere ayrılması üzerine bir makalesi çıktı. Muhtemeldir ki Brouwer yeniden topoloji üzerine düşünmeye başlamıştı.

Çok az yayın yaptığı İkinci Dünya Savaşı'nın ertesinde Brouwer temeller üzerine çalışmalarına devam etti. 1946 ile 1951 arasında Cambridge University'de konuya ilişkin bir dizi konuşma yaptı. Bu konuşmalar 1927'de Berlin'de Hilbert karşıtı gruba yaptığı konuşmalara dayanıyordu. Brouwer konuşmalarını bir kitap formatında bir araya getirse de bu çalışma hiç yayımlanmadı. Sezgicilik adına yürüttüğü kutsal savaşta çok fazla taraftar toplayamasa da Brouwer'in bilimsel alandaki yeri hiçbir zaman sorgulanmadı. Ancak, Alman milliyetçiliğine verdiği destek Hollanda'da unutulmadı. Doğru olmadığı görülse de kısa bir süreliğine Brouwer'in Almanlarla işbirliği içinde olduğundan şüphelenildi. Kurduğu *Compositio Mathematicae* dergisi savaş sırasında yayınına ara verdi. Dergi yeniden yayın hayatına döndüğünde Brouwer artık bir editör değil derginin başında yalnızca bir kukla figür olduğunu gördü.

Brouwer uzun boylu, zayıf, kaslı biriydi. Keskin yüz hatlarında kendini dünya nimetlerinden çekmiş birinin ifadesi vardı. Konuşması yumuşak ve içtendi. Onu tanıyanlar özellikle dinleyicilerin hoşgörüsünden emin olduğu küçük gruplar önünde iyi bir konuşmacı olduğunu ama iş konferans salonuna geldiğinde tam bir felaket olduğunu söylüyor. Freudenthal ile Heyting'in belirttikleri gibi

"özenli ve kusursuz kesin ifadeleri kuşaklar boyu matematikçilerin gözünü korkutarak onları uzak tuttu". Günümüzde sezgicilik, mantıkçı ve felsefecilerin ilgisini çekmeye devam ederken sezgisel analizin peşinden giden kişilere rastlamak da mümkün. Zaten kolay geçinilen biri olmayan Brouwer sonraki yıllarda giderek daha da aksileşti. Kavgacı ve aykırı biri olmuştu. Makalelerinin çoğu pek çok yazışmasıyla birlikte evinde çıkan yangın sonucu yok oldu. Bu olaydan sonra Brouwer seyahate çıkarken tüm önemli evraklarını da yanında götürmeye başladı.

Brouwer 1951'de üniversiteden emekli oldu. Kraliçe Wilhelmina 1932'de Brouwer'i Hollanda Aslan Nişanı şövalyeliğine getirmişti. Daha sonra alacağı ödüllerin çoğu ülke dışından olacaktı. Brouwer son yıllarında felsefeye katkılarının yeterince takdir edilmediğini düşünüyordu ama matematik felsefecisi ve ondan da önce öncü bir topolog olarak tarihteki yerini almıştı. Brouwer 2 Aralık 1966'da Blaricum'daki evinin yakınlarında karşıdan karşıya geçmeye çalışırken bir arabanın kendisine çarpması sonucu seksen beş yaşında yaşamını yitirdi. Eşi Elizabeth ondan yedi yıl önce yaşama veda etmişti. Brouwer'in kendisinden hiç hoşlanmayan üvey kızından başka çocuğu yoktu. Brouwer'lerin evinde üvey kızının yakın dostu bir kadın daha vardı. Üvey kızının henüz okula gittiği dönemde eve katılan bu kişi daha sonra Brouwer'in sekreteri ve çok samimi arkadaşı da olmuştu. Eve gelen ziyaretçiler genellikle bu kadının aile içindeki konumunu anlamakta zorlanırdı.

Emmy Noether (1882-1935)

Şimdi sırada tartışmasız "büyük" olarak nitelendirilebilecek ilk kadın matematikçi var. Weyl'in cenaze töreninde belirttiği gibi "Bilim adına yaptığı çalışmaların ve kişiliğinin hatırası çalışma arkadaşlarınca kolay kolay unutulmayacak. Hemcinsleri içinden çıkan büyük bir matematikçi, hatta en büyüğü olduğuna ve ayrıca harika bir kadın olduğuna yürekten inanıyorum." Emmy Noether'in modern soyut cebire getirdiği yenilikçi yaklaşım yalnızca önemli sonuçlar üretmekle kalmamış onun tekniklerine öykünen öğrenci ve meslektaşlarınca ortaya konan oldukça yaratıcı çalışmalara da esin kaynağı olmuştur. Nazilerin Almanya'da iktidara gelmesinin ardından üniversitedeki görevinden uzaklaştırılan

Noether Amerika Birleşik Devletleri'ne gitti. Burada parlak bir başlangıç yaptığı yeni meslek yaşantısı zamansız ölümü nedeniyle kısa sürdü.

Amalie Emmy Noether, babası Max Noether'in üniversitede matematik profesörü olduğu Erlangen'de 23 Mart 1882'de dünyaya geldi. Max Noether'in çağdaşlarının ölümleri ardından yazdığı ferasetli biyografiler değerli birer bilgi kaynağı olmuşlardır. Emmy'nin annesi Ida Amalia'nın (kızlık soyadı Kaufmann) ailesi varlıklı Köln Yahudilerindendi. Emmy de diğer çocuklar gibi yetiştirilmiş, on sekiz yaşında Kadın Eğitim ve Öğretim Enstitüsü'nde Fransızca ve İngilizce öğretmeni olana dek Belediye Kız Yüksekokulu'na devam etmişti. Kadınların üniversiteye kayıt yaptırmasına Fransa'da 1861, İngiltere'de 1878 ve İtalya'da 1885'ten itibaren izin verilmeye başlanmıştı. Oysa Almanya'da 1900'de bile hâlâ buna izin verilmiyordu. Profesörler kadınların dersleri dinleme taleplerini bile çoğunlukla geri çevirirken çok az sayıda kadının üniversite giriş sınavına katılmasına izin veriliyordu. Universität Erlangen senatosu 1898'de aldığı bir kararla kadın öğrencilerin üniversiteye alınmasının "tüm akademik düzeni altüst edeceğini" bildirmişti.

Oysa Emmy Noether üniversite eğitimi alma konusunda kararlıydı ve kolay kolay yılgınlığa kapılacak biri değildi. Noether, Erlangen ve Göttingen'de matematik ve diğer bilim dallarında bazı derslere katılmayı başardı. Bunun ardından 1904'te kadınlara üniversiteye girme hakkı ilk tanındığında Universität Erlangen'e kaydını yaptırdı. Gerçek yeteneklerini gösterme konusunda hayli yavaştı. Yine de 1908'de daha çocukken tanıdığı ve babasının meslektaşı Paul Albert Gordan yönetimindeki "Üçlü Bikuadratik Formlar İçin Tam Değişmezler Sistemi Üzerine" başlıklı tezini vererek *summa cum laude* derecesiyle doktorasını aldı.

Noether sonraki yedi yıl boyunca herhangi bir görevi olmadan, birkaç ders verip genellikle araştırmalarına odaklanmış bir biçimde Erlangen'de kalmaya devam etti. Bu dönemde cebirci Ernst Fischer'le birlikte çalışmaya başladı. Fischer onu Gordan'ın algoritmik yöntemlerinden kopararak Hilbert'in geniş kuram-

sal tarzına doğru sürükledi. Bu değişiklik, Hilbert ve Klein'ın Noether'i birlikte çalışmak için Göttingen'e davet etmelerine yol açtı. O zamanlar yeni görelilik kuramı büyük bir heyecan yaratmaktaydı. Kuramdan yapılabilecek çıkarımları ilk anlayan kişilerden biri olan Emmy Noether genel kuram açısından önemli iki yeni sonuca ulaşmıştı. Hilbert şiddetli muhalefete karşın Noether'e üniversitede bir görev ayarlamaya çalışıyordu. Hilbert bu durum karşısındaki ünlü feveranını bölüm toplantısında şöyle ifade etmişti: "Adayın *privatdozent* olarak alınması meselesinde cinsiyetinin bir argüman olabileceğini düşünmüyorum. Her şeyden önce burası bir üniversite, yüzme havuzu değil." Oysaki karşı çıkışların asıl nedeninin adayın cinsiyetinden ziyade sahip olduğu radikal politik görüşler olduğuna inanılıyor. Noether 1919'da gerçekleştirilen reformlardan sonra ancak otuz yedi yaşında *privatdozent* olabilmişti. Noether üç yıl sonra resmi bir niteliği olmayan onursal doçentliğe getirildi. Herhangi bir yükümlülüğü olmadığı gibi maaş da almıyordu. Gene de Noether, Göttingen'deki bazı doktora öğrencilerinin tez danışmanlığını yaptı.

Emmy Noether'in keskin zekâsı ve başkalarına da kolaylıkla geçirdiği matematiksel araştırmalara karşı duyduğu coşku onu, iyi bir konuşmacı olmasa da etkili bir öğretmen yapmıştı. Yalnızca ders anlatmak yerine konuların üzerinden öğrencileriyle birlikte geçtiği tartışma saatleri düzenliyordu. Boş zamanlarını öğrencileriyle birlikte geçirmeyi, özellikle de onlarla uzun yürüyüşler yapmayı çok seviyordu. Kimi zaman konuşmalara kendisini öylesine kaptırırdı ki öğrencileri onu trafiğe dikkat etmesi konusunda uyarmak durumunda kalırlardı. Bir keresinde ders anlattığı bir sırada gerçekleşen olay unutulmazdır: İç çamaşırı aşağı doğru kayınca Noether eğilmiş, iç çamaşırını çekip çıkararak koridora fırlatmış ve sonra da ders anlatmaya devam etmiştir.

Seçkin matematikçiler en büyük katkılarını genellikle meslek yaşantılarının başlarında yapar. Emmy Noether ise bir istisnadır. Noether en güçlü ve yaratıcı çalışmalarını kırk yaş civarındayken üretmeye başlamıştı. Tarzındaki değişim, değişmeli olmayan alanlar (dördeyler gibi) üzerine yaptığı 1920 tarihli makalesiyle baş-

lamıştır. Takip eden yıllarda cebirin aksiyomatik gelişimine çok soyut ve genel bir yaklaşım geliştirmiştir. Weyl'in de ifade ettiği gibi Noether cebir üzerine yepyeni ve çığır açan bir düşünme tarzı oluşturmuştu. Bu tarz daha sonra eski öğrencilerinden van der Waerden'in modern cebir üzerine yazdığı ünlü ders kitabında düzenlenecekti. Noether'in ideal kuramına ilişkin, Noether halkaları kavramının ortaya çıktığı 1921 tarihli devrim niteliğindeki makalesi tartışmasız en iyi çalışmasıdır. Noether sürekli olarak "Bunu zaten Dedekind'de bulabilirsiniz," dese de Dedekind'in konuya ilişkin temel düşüncelere sahip olmasına karşın modern cebir üzerinde böylesine büyük bir etki yapan kuramı tüm zenginliğiyle geliştiren Emmy Noether'di.

Emmy Noether artık yeteneklerinin zirvesine ulaşmış, düşünceleri giderek daha fazla kabul görür olmuştu. 1928'de Bologna'da düzenlenen uluslararası kongrede bir konuşma yapmış, 1928-29 kışında Moskovskiy Gosudarstvennıy Universitet ile Komünist Akademi'de dersler vermiş ve 1932'de Zürich'te düzenlenen uluslararası kongrede baş konuşmacı olarak yer almıştı. Georg-August'ta nihayet doçentliğe getirilmişti. Göttingen'in Avrupa'nın ve hatta kimilerine göre dünyanın en üst düzey matematik merkezi olmasında çok emeği geçmiş olsa da Noether en yüksek kademe olan profesörlüğü hiç elde edemedi. Ellinci yaş gününde Noether ailesi olarak adlandırılan cebirciler grubu onun onuruna bir kutlama düzenledi.

Yalnızca bir yıl sonra Naziler iktidarı elde ettiğinde bildiğimiz gibi ilk icraatlarından biri üniversite hocaları da dahil olacak biçimde "Ari ırktan olmayan" tüm devlet memurlarını bazı istisnai durumlar dışında görevlerinden almaktı. Georg-August matematik bölümünün çoğu hocası Yahudiydi. Bundan sonra üniversitede ders vermeleri ve hatta bölüme girmeleri yasaklanmıştı. Emmy Noether bir süre öğrencileriyle ve meslektaşlarıyla gayri resmi olarak buluşmaya devam etti. Gruplar halinde insanları evine davet ediyor, umutsuz meslektaşlarıyla birlikte ne yapılması gerektiğine karar vermeye çalışıyordu. Noether, yandaşı bir grubun bulunduğu Moskova'ya gitmeyi ciddi olarak düşünse de Aleksandrov

üniversite makamlarını hızlı davranma konusunda ikna edemedi. Bu arada onun adına Amerika'da girişimlerde bulunuluyordu. Noether 1933 sona ermeden Bryn Mawr College'da elde ettiği geçici bir görevle Amerika'ya gitti. İlk başta Noether'i Oxford'a davet etme düşüncesi olsa da en sonunda The Rockefeller Foundation'ca desteklenen Bryn Mawr 1933-34 dönemi için Noether'e görev teklif eden kurum olmuştu. Normalde The Rockefeller Foundation bağışları, yalnızca kalıcı bir görev verilmesinin kesin olduğu durumlarda kullanılabiliyordu. Noether lisans eğitimiyle ilgilenmediğinden Bryn Mawr'ın böylesi bir teklifte bulunma olasılığı yoktu. Ne var ki, Noether'in Birkhoff, Lefschetz ve Wiener gibi destekçileri koleji görev süresinin uzatılması konusunda ikna etmeyi başardı.

Kolej belli ölçülerde bir matematik geleneğine sahip olsa da bildiğimiz gibi bölümde yalnızca dört öğretim üyesi ve hiçbiri de o ana dek soyut cebirle ilgilenmemiş beş lisansüstü öğrencisi bulunmaktaydı. Emmy Noether lisansüstü öğrencilerinden dördünü kanatlarının altına alarak Almanca ve İngilizce karışımı bir dille bu öğrencileri yetiştirmeye başladı. Meraklı kişiliği ve yumuşak başlılığıyla Noether yeni yuvasına mutlu bir şekilde yerleşti. En baştan itibaren İngilizce konuşabilmek için elinden geleni yaptı. Konu ister çaya insanları davet etmek olsun isterse doktora derecesinin nasıl alındığı Amerika'da işlerin nasıl yürüdüğünü öğrenmek istiyordu. Her konuya uzlaştırıcı bir dürüstlük ve büyük bir dikkatle atılıyor, onu tanıyan herkesin kalbini kazanıyordu. Çalışması nefes almak gibi kaçınılmaz ve doğal, yaşamı sürdürmenin doğal bir parçasıydı ama bu çalışma öğrencileriyle ilişkilerinin yalnızca çekirdeğini oluşturuyordu. Hiçbir şekilde sıkılmadan öğrencileriyle birlikte ve onlar için yaşıyordu. Dünyaya dolaysız bir sokulganlık ve içten bir merakla bakıyor, öğrencilerinden de aynı şeyi yapmalarını istiyordu. Yürüyüşe çıkmaya bayılırdı. Çoğu cumartesileri yanına beş altı öğrencisini de alarak kötü havaya hiç aldırış etmeden kolej etrafındaki yollarda ağır ağır yürüyerek gezinti yapardı.

Noether, Almanya'dan Amerika'ya gelmiş eski dostlarını ve meslektaşlarını ziyaret edebiliyordu. Her hafta Princeton'da cebir üzerine ders veriyordu. Seçkin dinleyiciler arasında A. A. Albert,

Richard Brauer, Nathan Jacobson, H. S. Vandiver ve Oscar Zariski bulunuyordu. Göttingen'deki asistanı Olga Taussky onun ardından Bryn Mawr'a gelmişti. Princeton'a yaptığı ziyaretlerde Emmy Noether'e eşlik eden Taussky şöyle diyordu: "Bir keresinde binom teoremini çok özel bir duruma uygulaması gerektiğini hatırlıyorum. Zor soyut yapıları çok iyi kavrayabilse de bu hesap işi onun için gerçekten zorlu bir mücadeleydi. Bir şekilde işin üstesinden gelince çok mutlu oldu. Hatta o kadar mutlu oldu ki yaklaşık üç kez bize doğru dönüp büyük bir gururla tebessüm etti."

Peki Noether nasıl biriydi? Weyl şöyle yazıyor: "Tıpkı bir somun sıcak ekmek gibi ondan da esaslı, iç rahatlatıcı, canlı bir sıcaklık yayılırdı. Aşırı derecede miyop olduğundan kalın camlı gözlükler takardı. Tombul, hoyrat ve gürültücüydü ama öylesine iyiydi ki tanıyan herkes onu çok severdi. Ne giymesi ya da ne yemesi gerektiğini pek düşünmezdi. Meramı, özellikle onu tanımayanlar üzerinde görüntüsünün bıraktığı etkiden daha öteye gitmezdi. Tabii bir de mendili vardı. Mendilini bluzunun altına sıkıştırırdı. Ders anlattığı sırada mendilini büyük bir çabayla bluzundan çıkarır sonra yine aynı yere sokuşturuverirdi. Bu hareket de dinleyicilerin gözünden kaçmazdı. Saçını sürekli kısa kestirmeye başlamadan önceki yıllarda saçını toplar, dersin heyecanı içinde saçları yavaş yavaş dağılırdı."

Noether Amerika'da geçirdiği ilk yılın sonlarına doğru kısa süreliğine gittiği Almanya'da her şeyin ne kadar kötüye gittiğini görerek dehşete düştü. Bryn Mawr'da ikinci yılının sonlarına doğru ise rahmindeki tümörü aldırmak için hastaneye yattı. Riskli olmasına karşın ameliyat başarılı geçti. Ne var ki Noether henüz hastaneden çıkmadan baş gösteren yüksek ateş nedeniyle 14 Nisan 1935'te elli üç yaşındayken yaşamını yitirdi. Ölüm sebebi muhtemelen ameliyat sonrasında yaşanan bir emboli ya da enfeksiyondu. Noether yaşama veda etmeden kısa bir süre önce Princeton'da Veblen'e, geçen bir buçuk yılın hayatının en mutlu dönemi olduğunu söylemişti. Kendi ülkesinde hiçbir zaman görmediği takdiri bu dönem içinde Bryn Mawr ve Princeton'da görmüştü. Cesedinin yakılmasının ardından külleri kolej kütüphanesinin yakınlarına gömüldü. Weyl, cenaze töreninde yaptığı anma konuşmasını şöyle sona erdirmişti:

Onunla ilk kez karşılaşan ya da yaratıcı gücünü hiç bilmeyen biri için onun tuhaf biri olduğunu düşünmek ya da onu üzecek şekilde alay etmek gerçekten çok kolaydı. İri yapılı, gür sesli biriydi ve ondan söz almak gerçekten pek kolay değildi. Konuşmalarını vaaz verirmiş gibi bilgece yaparken birilerine akıl verme niyeti taşımazdı. Kaba ve yalın bir ruhu olsa da her şeye karşın iyi niyetliydi. Açık sözlüiüğü hiçbir şekilde saldırgan değildi. Günlük hayatta son derece gösterişsiz ve inanılmaz özveriliydi. İyi ve hoşgörülü bir mizaca sahipti. Gene de kendisine saygı gösterilmesi hoşuna giderdi. Övgü dolu sözler söyleyen birine bir genç kız gibi kızaran yüzündeki gülücükle karşılık verirdi. Kimse onu tanrıçaların kolladığını iddia edemez ama Göttingen'de ona şaka yollu "der Noether" (eril artikelle birlikte) diye hitap etmemiz aynı zamanda cinsiyet engelini aşmış gibi görünen bu yaratıcı düşünürün yeteneğine olan saygımızdandı. Nadide bir mizah anlayışına sahip sokulgan yapıda biriydi. Evinde içeceğiniz bir çay çok hoş olabilirdi. Her zaman yardım etmeye hazır, yürekten sadakat ve bağlılık gösterebilecek iyi niyetli ve iyi yürekli biriydi. Tanıdığım tüm insanlar içinde de kesinlikle en mutlusuydu.

Mizacını iki özelliği belirliyordu. İlki, matematiksel dehasının üretici güçleriydi. Tanrı'nın sanatkâr ellerinde ahenkli bir biçim almış bir çamurdan ziyade Tanrı'nın yaratıcı nefesini içine üflediği çok eski çağlardan kalma insan biçiminde bir kaya yığınıydı. İkincisi, kalbi kötülük nedir bilmezdi. Kötülüğe inanmaz, hatta bu duygunun erkekler dünyasında önemli bir rolünün olabileceğini aklına bile getirmezdi. Noether'in bu halini Göttingen'de beraber geçirdiğimiz 1933'ün o son sıkıntılı yazından daha açık bir biçimde görmemiştim. Böylesine mücadele dolu zamanlar insanları birbirine bağlar. O aylara ait anılarım hayli canlı hatırımda. Emmy Noether tüm cesareti, açıklığı, kendi yazgısına karşı kayıtsızlığı, barışçıl ruhuyla bizi çevreleyen tüm o nefret, ahlaksızlık, umutsuzluk ve acı içinde manevi bir teselliydi.

R. L. Moore (1882-1974)

Şimdiki yaşam öykümüzün kahramanı, araştırmacı kimliği eğitimciliğince gölgelenmiş olsa da yirminci yüzyılın en etkili Amerikan matematikçilerinden biridir. Tartışmalara açık yöntemleriyle Moore büyük başarılara imza atmıştır. Aynı yöntemleri kullanan diğer matematikçilerse benzer bir başarıya ulaşamamıştır. Moore araştırma alanında Klein'cı bir sezgiciden çok neredeyse tamamıyla aksiyomlarla çalışan Hilbert'çi bir biçimciydi.

Robert Lee Moore 14 Kasım 1882'de o zamanlar Teksas'ın sınır kasabası olan Dallas'ta dünyaya geldi. Moore, ailenin altı çocuğunun beşincisiydi. Düşüncelerini söylemekten hiçbir zaman çekinmeyen Teksas tarzı bir güneyliydi. Moore gençlik yıllarında eski bir

konfederasyon subayı olan babasının tahakkümü altındaydı. Kendine özgü davranışlarını açıklamaya yeterli olur mu bilinmez ama Moore önemli ölçüde kendi kendini eğitmiş biriydi. Yine de lisede her şey yolunda gitti. Moore 1898'de Austin'e gelip University of Texas'ta öğrenime başladıktan kısa süre sonra kampüsteki en etkili kişilerden birinin koruyuculuğu altına girdi. Bu kişi, Sylvester'ın eski öğrencisi George Bruce Halsted'di. Halsted Austin'de kadroya alınmasının öncesinde Princeton'da okutmanlık yapıyordu. Halsted'in eski öğrencileri arasında 1920'lerde Princeton'da önemli bir yeri olan Henry Burchard Fine da bulunuyordu.

Genç Moore'un (yaşı daha büyük olan E. H. Moore'la karıştırılma tehlikesi olduğunda bu şekilde adlandırıyoruz) Austin'de öğrencilik yaptığı dönemde Halsted, Hilbert'in yakın zamanda yayımlanan *Die Grundlagen der Geometrie* adlı çalışmasıyla yakından ilgileniyordu. Bu etkili çalışmanın en göze çarpan özelliği, düzlem ve cisim geometrisini eksiksiz bir aksiyomatik temel üzerine yerleştirme çabasıydı. Halsted bu çalışmayı Moore'a göstererek ondan aksiyomların bağımsızlığını kontrol etmesini istedi. Moore aksiyomlardan birinin gereksiz olduğunu bulunca Halsted bu keşfi Chicago'daki E. H. Moore'a bir mektupla bildirdi. Halsted aldığı yanıtta, E. H. Moore'un da yalnızca birkaç ay önce aynı sonuca ulaşmış olduğunu öğrenecekti. Yine de genç adamın muhakemesi daha kısa ve daha zarif olduğundan Halsted bu çalışmayı *American Mathematical Monthly*'de yayımlanması için kısa bir not biçiminde kaleme aldı.

Genç Moore 1901'de mezun olmasının ardından University of Texas'ta öğretim üyesi olarak iki yıl daha kaldı. Ertesi yılın sonunda yol göstericisi Halsted üniversite makamlarıyla karşı karşıya kaldığı bir dizi olay nedeniyle üniversiteden uzaklaştırıldı. Halsted eski öğrencisine yaşadığı adaletsizliği yazarken yeniden bir iş bulduğunda Moore'la birlikte çalışmak istediğini de belirtti. Genç adamın geleceğine yönelik önerilerini sıralarken pek çok tavsiyede bulundu. Zaman içinde Halsted, Moore'dan kendi akademik çabalarına ilişkin daha çok fikir almaya başladı. Aralık 1904'te Moore'a şöyle diyordu: "Bildiğin gibi senin yargılarına bütünüyle güvenmeye baş-

ladım." Halsted yol göstericiliğinden takdir eden bir meslektaş konumuna geçmişti. Temmuz 1905'te Moore'a şöyle yazmıştı: "Kendi isteklerinin peşinden gitmelisin. Kimsenin bir dâhiye gereği gibi akıl vermesi mümkün değildir."

Halsted'in tavsiyesi ve E. H. Moore'un bu genç adamda bir potansiyel görmesiyle University of Chicago genç Moore'u lisansüstü öğrencisi olarak 1903'te kabul etti. Burada Moore, Halsted'in Austin'de kurduğunun doğal bir devamı niteliğindeki araştırma çevresiyle karşılaştı. R. L. Moore'un Chicago'ya geldiği sırada doktora çalışmasını E. H. Moore'un idaresinde henüz tamamlamış olan Veblen doçentliğe getirilmiş, genç Moore'un tez çalışmasının idaresinde yardımcı olmakla görevlendirilmişti. Veblen'in kendi tezi gibi genç Moore'un da tez çalışması geometrinin aksiyomatik temellerine adanmıştı. Aslında R. L. Moore'un ilk başlardaki çalışması Veblen'in çalışmalarıyla yakından ilişkiliydi. İki genç adam arasındaki birlik bir süre için hayli samimileşti. Matematik dışında, boks gibi ortak ilgi alanları oluşmuştu.

Chicago'dan doktorasını 1905'te almasının ardından R. L. Moore Knoxville'deki University of Tennessee'de bir yıl geçirdi. Moore burada pozitif tam sayılar ve bunların aritmetiğine ilişkin kendi aksiyom sistemini kurduğu hiç yayımlanmayan bir makale kaleme aldı. Borel'in çalışmalarıyla da ilgilenmeye başladı. Yine de ileride olacaklar açısından daha önemlisi Moore'un aynı zamanda eğrilere ilişkin bazı problemler üzerinde çalışmasıydı. Burada, kendisi de Chicago'da lisansüstü öğrencisi olan ve bildiğimiz gibi o dönemde Veblen'le birlikte bir analiz ders kitabı yazan Lennes'in etkisini görebiliriz. Lennes, Moore'un çalışmasında önemli bir yere sahip yay, basit kapalı eğri (Jordan) ve bağlantılı uzay gibi bazı kavramları geliştirmişti.

Moore'un ilgi alanları Chicago'ya gelişinin ardından geçen on yıl içinde yavaş yavaş değişime uğradı. Knoxville'den ayrılmasının ardından 1911-15 arasında kalacağı University of Pennsylvania'ya geçmeden önce ikişer yıllığına Princeton ve Northwestern'de dersler verdi. Philadelphia'da olduğu dönemde pek çok doktora tezi yönetse de Philadelphia yılları kendi araştırmaları açısından verim-

siz sayılabilirdi. 1915'e gelindiğinde düşünceleri geometrinin aksiyomatik temellerinden hayatının çalışmasına yön verecek sorulara doğru kaymaya başladı. Yaşlı Moore ile Veblen bir süreliğine genç Moore'u daha fazla matematiksel mantık, başta seçme beliti ve sürem varsayımı olmak üzere özellikle kümeler kuramının temellerine ilişkin *Annalen*'de çıkan makaleleri okuması konusunda ikna etmeye çabaladılar. Ne var ki, aksiyomu tutarlılığının ya da geçerliliğinin inceleneceği bir araştırma olarak değil de mutlak bir ilke olarak kabul eden Moore bu tür konularda tam bir Platoncu'ydu. Bu konudaki görüşleri Veblen'inkilerle taban tabana zıttı. Veblen 1924'te American Mathematical Society başkanlık konuşmasında şöyle demişti: "Sonuçta biçimsel mantığın matematikçilerce devralınması kaçınılmaz gibi görünüyor. Gerçek şu ki şu anda biçimsel mantık diye bir şey yok ve matematikçiler bunu yaratmadıkça da kimsenin yapacağı yok." Doktora derecesini Veblen'in yönetimi altında alan Alonzo Church'ün kümeler kuramına ilişkin tezindeki seçme belitinin hatalı olması da bir yandan ilginçtir.

1915'te Moore'un (genç olan) Austin'e, mezun olduğu okula dönmesinin ardından meslek yaşantısı University of Texas'a sıkı sıkıya bağlandı. Artık nokta-küme topolojisinde uzmanlaşmış biriydi (ancak *analysis situs* ve topoloji terimlerini kullanmaktan çekiniyordu). Daha önce gördüğümüz gibi genel haliyle nokta-küme topolojisinin geçmişi yalnızca Hausdorff'un 1914 tarihli *Grundzüge der Mengenlehre* adlı eserine dek uzanıyordu. Hausdorff bu tarz topolojiyi kümeler kuramının bir dalı olarak görüyordu. Nokta-küme topolojisi bir dizi aksiyomdan mantık kurallarıyla gelişmişti ama düzlem kümeleri topolojisi bile henüz araştırma aşamasındaydı. Oysa kombinatorik topoloji özellikle Poincaré'nin ellerinde güçlü bir sezgisel içeriğe kavuşmuşken bunu sağlam mantıksal temellere oturtma süreci henüz tamamlanmamıştı. Veblen'in yönetimi altındaki Princeton, kombinatorik topoloji ve cebirsel topolojide uzmanlaşmıştı. Çok geçmeden Austin ile Princeton arasında şiddetli bir rekabet baş gösterdi.

Yüzyılın ortalarına dek her iki topoloji türü birbirlerine dolanmış vaziyette kalmaya devam etse de sonunda iki tür Avrupa'da da

birbirinden ayrıldı. Amerika'da böylesi şiddetli bir rekabetin yaşanmasının kısmen de olsa bir nedeni işe dahil olan güçlü kişiliklerdi. Princeton'da kombinasyoncuların başını Veblen'den çok Lefschetz çekiyordu. Lefschetz ile Moore arasındaki hoşnutsuzluk çoğu zaman abartılsa da iyi anlaştıkları da söylenemezdi. Moore 1931'de American Mathematical Society tarafından "konuk öğretim üyesi" olarak görevlendirildi. Bu onura layık görülen ilk Amerikalıydı. Konuşma programının bir parçası olarak Princeton'a geldi. Lefschetz'in asistanı Tucker'ın cümleleriyle olanlara bir göz atalım:

> Bence düpedüz rezillik olsun diye Moore ilk konuşmasını cumartesi akşamına koydu. Konuşmalar pazartesi ve salı öğleden sonraları devam etti. Lefschetz'le Alexander da tüm lisansüstü öğrencilerine giderek "Katılmanızın şart olduğu tek sefer bu. Başka seçeneğiniz yok. Orada olmak zorundasınız," dediler. Böylece tüm salon dolmuştu. Lefschetz diğer herhangi bir konuşmacıya göstereceği ilgiyi sorular yönelterek Moore'a da gösterdi. Lefschetz bunu aynı zamanda lisansüstü öğrencilerine de az da olsa yardım etmek için yapmıştı. Moore aksiyomlarını tahtaya yazarak işe koyuldu. Yaklaşık beş dakika boyunca tahta üzerindeki tebeşir sesinden başka hiçbir şey duyulmadı.
>
> Neyse, Lefschetz çok ama çok huzursuzdu. Nihayet bir soru sorarak araya girdi. Moore yavaşça arkasını dönerek Lefschetz'e baktı ve "Tahtaya yazdıklarımı okusaydınız böyle bir soru sormanıza gerek olmazdı," dedi. Lefschetz durmaksızın sorularına devam etti. Biz bunun Lefschetz'in tarzı olduğunu biliyorduk ama Moore soruların her birini kendisine atılmış bir olta gibi görüyor, küçük gören bir tavırla yanıtlar veriyordu. Alexander araya girerek Lefschetz'e biraz olsun yardım etmeye çalışsa da Moore mücadeleden kolayca galip geldi. Görebildiğim kadarıyla herkes Moore'a ilgi, yakınlık ve saygısını gösterebilmek için büyük bir zahmete katlanmıştı. Ama Moore daha sonra gittiği yerlerde Princeton'da kendisine özellikle Profesör Lefschetz tarafından nasıl davranıldığına ilişkin kınayıcı sözler sarf etmişti.

1919'dan başlayarak 1932'ye dek geçen sürede Moore toplamda yazdığı makalelerin yarısından fazla, tam otuz sekiz araştırma makalesi yayımladı. *Foundations of Point-set Theory* (Nokta-Küme Kuramının Temelleri) adlı kitabının ilk baskısı 1932'de çıktı. Kitap, bir önceki yıl American Mathematical Society adına yaptığı kolok-

yum konuşmalarına dayanıyordu. Yayınları dikkatle incelendiğinde Moore'un aksiyomatik yönteme olan eğilimi çarpıcı bir biçimde kendini gösterir. Yalnızca kitabı değil altmış altı araştırma makalesinden en az on beşi aksiyomlar üzerine kurulmuştur. 1900'lerin başında Chicago'da geçirdiği yılların izini Moore yaşamı boyunca en çok bu konuda yansıtmıştır.

Moore 1930'dan başlayarak araştırmalarına daha az zaman ayırırken daha çok eğitimle ilgilenmeye başladı. Verdiği eğitim ve dolayısıyla lisansüstü öğrencilerince gerçekleştirilen çalışmalar, kitabına dayanıyordu. Adının daha da çok duyulmasını sağlayan eğitim yöntemlerinin kökeninde, bir önceki bölümde ele aldığımız E. H. Moore'un uygulamaları vardı. Her iki matematikçinin uygulaması da en nihayetinde E. H. Moore'un Almanya'da edindiği deneyimlere dayanıyordu. Her halükârda E. H. Moore seçkin yöntemlerinin, üzerine kurulduğu temel düşüncelere Chicago'da öğrenci olduğu dönemde ulaşmıştı. Derslerde sırf eğlence olsun diye, verilen bir teoremin ispatına hoca dersi bitirmeden ulaşmaya çalışırdı. Bunda her zaman başarılı olamasa da yine de bunun denemeye değer olduğunu düşünürdü. Böylece öğrencilerin teoremleri kendi başına ispatlamaları halinde hem konuyu daha iyi kavrayacaklarına, yeteneklerinin gelişeceğine hem de ilgilerinin artacağına karar verdi. Elbette çok zorlu olan teoremlerin uygun parçalara ayrılması gerekiyordu. Bu yöntemin Sokratesçi yöntem adı verilen bir benzeri Oxford'daki kolej hocalarınca sıklıkla uygulanmaktadır.

Öğrencilerin konunun özünü kendilerinin keşfetmeleri gerektiğine olan inancı arttıkça yaptıkları şeylerin gerçekten işe yaradığını görmelerinin de öğrenciler için cazip olacağını düşünmeye başladı. University of Pennsylvania'da bu düşüncesini uygulama fırsatı yakaladığında özellikle geometrinin temelleri üzerine verdiği derste bunun başarıya ulaştığını gördü. Bu, bazı teoremlerde Moore'un da bizzat zorluklar yaşadığı cüretkâr, hayli yeni bir alandı. Austin'e dönmesinin ardından geçen yıllarda Moore kısmen uyguladığı ders yöntemini diğer tüm sınıflarına, özellikle de geometrinin temelleri ve (lisansüstü düzeyinde) topoloji derslerine dek ge-

nişletti. Doktora sonrası araştırma verimliliğine bakıldığında elde edilen sonuç inanılmazdı.

Moore lisansüstü topoloji dersine katılacak öğrencileri büyük bir titizlikle seçerdi. Öğrenci başka bir yerde topoloji dersi aldıysa ya da çok fazla topoloji okuması yapmışsa derse alınmazdı (Moore kimi zaman böyle öğrenciler için ayrı bir sınıf açardı). Moore topolojik açıdan mümkün olduğunca bilgisiz bir sınıf oluşturma derdindeydi. Genellikle sınıfını topolojiye ilişkin hiçbir şey okumamaları, yalnızca kendi yeteneklerini kullanmaları konusunda uyarırdı. Moore, ilgili olabilecek tüm kitapları kütüphaneden uzaklaştırmasıyla ünlüdür. Tek yapmak istediği, rekabetin itici güçlerden biri olduğuna inanmasından ötürü olabildiğince adil bir rekabet ortamı hazırlamaktı. Sınıf mevcudu oldukça düşük tutulurdu. Princeton'da uygulanan sistemde edindiği deneyim bu noktada yaptığı hazırlıklarda çok yararlı olmuştu.

Öğrencileri Moore'un mantıksal temellere ilişkin sorulardan hiç hoşlanmadığını çok iyi bilirlerdi. Moore nokta-küme kuramının içine cebirsel yöntemlerin sokulmasına da şiddetle karşı çıkıyordu. Eski öğrencisi Wilder bu durumu şöyle aktarıyor: "Moore şahsen cebirsel topolojiye girişmeye hiç yeltenmedi. Sahip olduğu dogmatik önyargılarla cebirsel yöntemlerden imtina ederken bir yandan aksiyomatik temellerin gerekliliğini sürekli vaaz eder, diğer yandan da matematiğe ilişkin kendi düşünce ve inançlarını hiçbir biçimde değiştirilmesi mümkün olmayan yargılara sahip bir tür mutlak sezgiye dayandırdı. Ona göre "seçme beliti" bir kolaylık değil gerçeğin ta kendisiydi ve onun olduğu bir ortamda bunu sorgulamak onu deliye döndürürdü." Moore aşırı derecede doktriner olsa da elbette o dönemlerde böyle düşünen tek kişi değildi. Çoğu "geleneksel" matematikçi seçme belitini sorgulamak için bir neden görmüyordu. Austin ekolünün, homolojik tartışmadan mümkün olduğunca kaçınılması gerektiğini savunan Polonya topoloji ekolüyle pek çok ortak noktası vardı. Brouwer'in tercihinin de bu yönde olduğu anlaşılıyor.

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki önde gelen nokta-küme topologlarının çoğu Moore'un eski öğrencileriydi. Bu isimler arasından

en bilinenleri University of Michigan'dan R. L. Wilder, University of Virginia'dan G. T. Whyburn, University of Texas'tan R. H. Bing, Harvard University'den E. E. Moise, Tulane University'den Gail Young, University of Wisconsin'den Mary Ellen Rudin ve Louisiana State University'den R. D. Anderson'dır. Moore'un, eski bir öğrencisinin ya da onun bir öğrencisinin denetiminde yaklaşık beş yüz doktora çalışması yapıldığı tahmin edilmektedir. Bu çalışmaların kırk üçü bizzat Moore tarafından yönetilmiştir.

Moore üniversitede nüfuzunu giderek daha fazla kullanır olmuştu. Toplantılarda söyleyeceklerini önceden büyük bir titizlikle hazırlar, bunları da güçlü bir şekilde şöyle dile getirirdi: "Benim görüşüme göre bu mevzuatı benimsersek üniversiteyi bir adım daha vasata yaklaştırmış oluruz. Halihazırda burada bu tür bir vasatlık haddinden fazla zaten bulunmakta." Moore üniversiteye zenci öğrencilerin alınmasına şiddetle karşı çıkarken kadınların üniversiteye girmesine ise razıydı. Moore'un nüfuzunu azaltabilmek için bazı çabalarda bulunuldu. Örneğin 1951'de Moore'un yol göstericisi Halsted'in onuruna açılacak bir öğretim elemanı kadrosu önerisi kısmen Moore'un üzerine gitme düşüncesiyle reddedildi. Matematik bölümünde, üst düzey bazı matematikçilerin Moore'un bölümde olması nedeniyle Austin'e gelmek istemediği düşünülüyordu.

Moore 1930'da National Academy of Sciences of Washintón üyeliğine seçildi. American Mathematical Society'de daha etkin bir hale gelen Moore 1937-38 dönemi için de dernek başkanlığına seçildi. Moore 1952'de zorunlu emeklilik yaşı elliye vardığında üniversitede her yıl verdiği beş dersin tamamını vermeye birkaç yıllığına devam etti. En sonunda tam olarak emekli olmaya zorlandıysa da bu ancak 1969'da gerçekleşti. Artık seksen yedi yaşına gelen Moore bir efsaneye dönüşmüştü. Austin kampüsünde 1973'te açılan matematik bölümünün yeni binasına Moore'un adı verildi. Çok kısa bir süre sonra geçirdiği hafif bir felç Moore'u yatağa mahkûm etti. Ardından Haziran 1974'te daha şiddetli geçirdiği felç sonucu aynı yılın 4 Ekim'inde doksan bir yaşında yaşamını yitirdi. Tam altmış dört yıl önce, Northwestern'dan ayrılmasının

hemen öncesinde Margaret MacLellan Keyn'le evlenmişti. Moore, Teksaslı Margaret'ı tanıdığında Margaret henüz öğrenciydi. Çiftin hiç çocukları olmadı. Moore'un Princeton'dayken geçirdiği kabakulak kısır kalmasına yol açmıştı. Eşinin ölümünden bir yıl sonra Margaret da yaşama veda etti.

Moore, bir araştırmacıdan çok bir eğitimci olarak yirminci yüzyılın ilk yarısında Amerika'nın en etkili matematikçilerinden biri olmuştu. Moore'un düsturu şuydu: "En az şeyi öğreten öğretmen en iyi öğretmendir." Moore'un çok sayıda öğrencisi kariyerlerini akademide sürdürse de diğer öğrencileri üzerinde de büyük bir etki yapmıştı. Bu öğrencilerinden biri Moore'u "gelmiş geçmiş en iyi matematik öğretmeni" diye nitelendirmişti. Bununla birlikte büyük miktarda bilgi peşinde koşan ya da öğrenci grubu içinde pasif kalmayı uman biri onun derslerinden uzak durmalıydı. Moore'un mizacına yönelik pek çok hikâye anlatılmıştır. Arabasını ne kadar hızlı sürerse o kadar güvenli olacağını matematiksel olarak kanıtlayabileceğini öne sürmüştür. Ayrıca Moore mikroplara karşı aşırı duyarlıydı. Umumi tuvalete girdiğinde musluğu eliyle değil ayağıyla açardı.

Solomon Lefschetz (1884-1972)

Günümüzdeki seçkin Amerikalı matematikçilerin pek çoğu Amerika'da doğmuş ve büyümüşlerdir ama yirminci yüzyılın başlarında bu durum böyle değildi. Nazi işgali altındaki Avrupa'dan kaçarak Amerika Birleşik Devletleri'nde meslek yaşantılarına yeniden başlayanlar ise istisnai bir durumdur. Emmy Noether ya da Hermann Weyl'i birer Amerikalı matematikçi olarak kabul etmek güçtür. Bununla birlikte daha önceki dönemlerde Amerika'ya gelmiş çok sayıda göçmen bulunmaktadır. Bu göçmenlerin en kayda değerlerinden biri de daha önce adını yeri geldiğinde birkaç kez andığımız Solomon Lefschetz'dir.

Moskova'da yaşayan Alexander ve Verba Lefschetz, Rusya'daki Yahudilerin maruz kaldığı birtakım engellerden kaçabilmek için

Türk vatandaşlığına geçmişlerdi. Oğulları, geleceğin matematikçisi Solomon 3 Eylül 1884'te dünyaya geldi. Yani, bir sonraki yaşam öykümüzün kahramanı Birkhoff'la yaşıttı. Solomon'un ticaretle uğraşan ve işi gereği hayatının çoğunu evinden uzakta geçiren babası ailenin Paris'e yerleşmesinin daha iyi olacağına karar verdi. Solomon'un on sekiz yaşına geldiğinde Appell ve Picard ayarında kişilerin ders verdiği Ecole Centrale des Arts et Manufactures'de öğrenci olmasına değin geçen döneme ait yaşamına ilişkin kayıtlarda fazla bir bilgiye rastlanmıyor.

Ecole Centrale des Arts et Manufactures'de geçirdiği üç yılın ardından genç Lefschetz *ingénieur des arts et manufactures* (sanat ve üretim mühendisi) derecesiyle mezun oldu. Bunun üzerine Lefschetz Kasım 1905'te Birleşik Devletler'e göç etti. Kısa bir staj döneminin ardından Pittsburgh'daki Westinghouse Electric and Manufacturing Company'de mühendis oldu. Lefschetz 1907'den 1910'a dek bu firmada çalıştı ama işyerinde yaşadığı kaza sonucunda her iki kolunu da dirseklerinden itibaren kaybedince mühendislik alanında planladığı meslek yaşantısı ani bir şekilde sonlanmış oldu.

Lefschetz hastanede geçirdiği dönemin ardından soyut matematik alanına geçiş yapmaya karar vererek Clark University'de lisansüstü öğrencisi oldu. Bu önemli kurum, yüksek eğitimle yakından ilgilenen başarılı işadamı Jonas Gilman Clark tarafından kurulmuştu. Clark belki de dostu Leland Stanford'un teşvik etmesiyle kendi üniversitesini kurmaya karar vermişti. 1887'ye gelindiğinde Massachusetts yasama meclisi "bilim, edebiyat ve sanat alanlarında eğitim ve incelemelere katkıda bulunulması için Massachusetts'in Worcester kentinde Clark University adıyla bir kurumun kurulmasına" karar vermişti. Clark bu iş için bağışladığı paraya ek olarak yakında kamu kaynaklarından da destek alacağını düşünüyordu.

Jonas Gilman Clark en baştan itibaren kafasındaki yeni üniversiteyi "Harvard'dan daha yüksek" olacak şekilde tasarlıyordu. Clark, Fransa ve Prusya'da gördüğü üniversitelerden çok etkilenmişti (ama İngiliz üniversitelerini sevmemişti). Amerika'da ise Cornell'i beğeniyor ama on yıl önce kurulmuş olan Johns Hopkins

University'nin asıl gıpta edilesi yer olduğunu düşünüyordu. Ne var ki, çoğunlukla Harvard University mezunlarından oluşan Clark'ın mütevelli heyeti Worcester'da güçlü bir okulun kurulmasının yakındaki daha eskiden kurulmuş üniversitenin menfaatine ters düşeceğinden çekiniyordu. Mütevelli heyetindekiler yalnızca bir alan üzerine yoğunlaşma, bunu da lisansüstü düzeyinde gerçekleştirme konusunda Clark'ı ikna ederek işe başladılar. İlk rektör Hall bu düşünce üzerinden devam ederken görünüşe bakılırsa Clark tek başına hâlâ tam bir üniversite oluşturma peşindeydi. Yeni okul, matematik, fizik, kimya, biyoloji ve psikoloji alanlarındaki lisansüstü bölümleriyle kapılarını Ekim 1889'da açtı. Okula gelen yaklaşık otuz beş öğrenci beş bölüme dağılmış toplam on dokuz öğretim üyesince yetiştirilecekti.

Matematik bölümünde Hall, tıpkı ondan önce Johns Hopkins University'den Gilman'ın da yaptığı gibi Klein'ın ilgisini bu okula çekmeye çalıştı. Hall Avrupa'dan Clark'a gönderdiği raporda şöyle yazmıştı: "Bizlerin de kendisinden Avrupa'nın en iyi matematikçisi olarak bahsettiğimiz Profesör Klein'ın burada işin en ehli kişilerce de öyle göründüğünü tüm çevrelerden duyuyorum. Son zamanlarda kendisiyle Worcester'da bize katılma olasılığına ilişkin uzun konuşmalar yaptım. Yılda beş bin dolar kazandığı takdirde –ki bu miktarı Baltimore kendisine teklif etmiş– gelebileceğini söyledi. Bana, araştırmalarına birlikte devam edebileceği birkaç kişiyle yalnızca çok ileri düzeyde çalışmalar yapma fırsatının kendisini gerçekten çok cezbettiğini söyledi."

Ne var ki, Johns Hopkins durumundaki gibi görüşmelerden yine bir sonuç çıkmadı. Klein, Georg-August'a daha yeni geçmişti ve esas derdi burada bir güç merkezi oluşturabilmekti. Aslında buradan ayrılması pek mümkün gibi görünmüyordu. Klein aslen düzenli bir şekilde konuk öğretim üyesi olarak görevlendirilmek istiyor gibiydi ama Prusya makamlarının onun Amerika'ya gitmesi yerine Amerikalı öğrencilerin Almanya'da eğitim görmesini tercih ettiklerini fark etti. Bu aksiliğe karşın Hall, Amerika Birleşik Devletleri'nde o ana dek kurulmuş en güçlü matematik bölümünü oluşturmayı başardı. Çok geçmeden yeni kurumda etkisini artıran

mali sıkıntılar on bir kalıcı kadrodaki öğretim üyesinden dokuzunun toplu olarak istifa etmesine yol açtı. Rockefeller's University of Chicago'nun kurulması ve üniversitenin ilk rektörü Harper'ın Clark'ın en iyi öğretim elemanlarından bazılarını kendi kadrosuna katmasıyla Clark'ın beklentileri iyice dibe vurdu.

Lefschetz'in meslek yaşantısına geri dönersek, Paris'te edindiği sağlam temeller sayesinde okula girişinin hemen bir yıl sonrasında cebirsel geometri üzerine yaptığı tezle 1911'de doktora derecesini aldı. Clark University aslında olması gerekenin donuk bir gölgesinden başka bir şey olmamasına karşın Lefschetz burada aldığı eğitimin kıymetini biliyordu: "Clark'ta neyse ki birinci sınıf bir kütüphaneci, Dr. L. N. Wilson ve çok düzenli tutulan bir matematik kütüphanesi vardı. Bu kütüphanenin tadını yalnızca iki kişi çıkarıyorduk, ben ve lisansüstü çalışmasından arkadaşım, müstakbel karım. Kütüphane sayesinde hayli ilginç pek çok konuda, en başta İtalyanların mükemmel cebirsel geometri ekolü hakkında çok fazla şey öğrendim."

Lefschetz İtalyan cebirsel geometricileri Castelnuovo, Enriques, Severi ve diğerlerine (Gian-Carlo Rota bu kişilerin, düşünce derinliği ve iddiaların özensizliğinde Lefschetz'e denk olduğunu düşünüyordu) büyük saygı gösteriyordu. Lefschetz 1912'de Amerikan vatandaşlığına geçtikten bir yıl sonra lisansüstü eğitiminden arkadaşı Alice Hayes'le evlendi. Alice, Lefschetz'e bir yuva hazırlamak, umutsuzluğunu bir kenara atarak yaşamla yeniden yüzleşmesini sağlamak için kendi kariyerini bir kenara bıraktı. Alice daha sonraları Lefschetz'in taşkınlıkları tüm sınırları aştığında onu sakinleştirme işini de aynı ustalıkla halletmeyi bilmişti.

Lefschetz Clark'tan ayrılmasının ardından hiyerarşik olarak yükseldiği farklı görevlerde 1913'e dek University of Nebraska'da, sonraki altmış yıl boyunca da University of Kansas'ta çalıştı. Lefschetz'in sakatlığını artık kabullenerek yeniden özgüvenini kazandığı ve yeni bir meslek yaşantısının temellerini attığı yıllar Kuzey Amerika'nın geniş çayırlarında geçirdiği işte bu yıllardı. Kendisinin de söylediği gibi artık matematiksel tecridi sona ermişti. İçinde bulunduğu ortam, matematiksel anlamda tam bir sükûnet

içinde topolojik yöntemleri cebirsel yüzeyler kuramına, özellikle de İtalyan ekolünün ortaya koyduğu işlere uygulayarak düşüncelerini geliştirebilmesi açısından hayli değerliydi. Bu geniş çayırlara geldiğinde tanınmayan biriydi. On dört yıl sonra buradan ayrılırken ise zamanının en seçkin geometricilerinden biri olarak çoktan kabul edilmişti. Onun tabiriyle "cebirsel topoloji zıpkını cebirsel geometri balinasına saplanmıştı". Lefschetz'in cebirsel geometriye yaptığı büyük katkı Kansas'tan ayrılmasının öncesinde sona ermişti.

Lefschetz 1924 yılını, sonunda bir çalışanı olacağı Princeton'da geçirdi. Princeton'a gidişi yaşamının dönüm noktası olmuştu. Lefschetz ünlü sabit nokta teoremini Princeton'a geldikten çok kısa bir süre sonra yayımladı. Yine de adını duyurduğu önemli düşüncelerin hepsi de geniş çayırlarda geçirdiği yıllara aitti. Lefschetz Princeton'da kendini çok sayıda ehil matematikçiyle yakın ilişki içinde buldu. Bu matematikçiler arasında yalnızca bölüm elemanları değil bölüme gelen seçkin konuklar da yer alıyordu. Lefschetz lisansüstü öğrencileriyle de yakından ilgileniyordu. Hepsi de topolog olan Hugh Dowker, Paul Smith, Norman Steenrod, Al Tucker, Henry Wallman ve Shaun Wylie'nin doktora derecelerini almalarına destek oldu. Bir süreliğine Lefschetz'in asistanlığını da yapmış olan Tucker çoğu zaman bu anlamda Lefschetz'in yardımcılığını da yapmıştı. Wylie, Leftschetz'in derslerinin hayli bilgilendirici olduğunu düşünüyordu: "Elbette neyin önemli olduğunu ve bütün bunların ne anlama geldiğini çok iyi biliyordu ama ayrıntılara gelince Lefschetz o kadar iyi değildi. Ayrıntılara, derslerini dinleyen kalabalık bir grupla (ki Lefschetz bu durumdan çok hoşnuttu) birlikte demokratik yollarla karar veriliyordu. İnsanlar çok fazla şey öğreniyordu. Lefschetz aynı zamanda bazen anlamamış gibi yaparak bazen de düşünceleri geliştirmek için sık sık soru sorardı."

Tucker, Lefschetz'in "İnsanlar önce karar vermeli, sebeplerini sonra bulmalı," sözünü aktardıktan sonra kendi yorumunu yapmaktadır: "Bu tam Lefschetz'e göre. Kendi kararlarını bir anda verir, sonra da savlarını bir araya toplardı. Çok hızlı ve çok yaratıcıydı. Ancak eksiksiz bir sav ortaya koyma konusunda da çok zorlanırdı. İnsanların Lefschetz'in ortaya koyacağı herhangi bir

ispatın yanlış ama elde edeceği herhangi bir sonucun ise doğru olacağını söylediklerini duymuştum. İnanılmaz güçlü bir sezgiye sahip olmasına karşın eksiksiz bir ispat yapamayacak denli tez canlı ve sabırsızdı." Yeniden Tucker'a kulak verirsek: "Lefschetz çok açık sözlü biriydi. Hatta çoğu insan onu epeyce saldırgan bulurdu. Zaman zaman bu nedenle talihsiz durumlar da yaşanmıştı. Princeton'da birkaç lisansüstü öğrencisi Lefschetz'in sert paylamalarının ardından okuldan ayrılmıştı. Niyeti iyi olsa da genellikle düşünmeden konuşurdu. Ona aynı şekilde karşılık verebilenlerden etkilenirdi. Genelde söylediği ağır sözler altında eğilip bükülenlereyse hiç saygısı yoktu."

Lefschetz genellikle hep doğruyu bulsa da büyük hatalar yaptığı da olurdu. Bunların içinde belki de en bilineni harmonik integrallere ilişkin Hodge kuramını ilk başta reddetmesiydi. Yine Tucker'a dönelim: "Onunla ilgili bir diğer şey de hatalı olduğunu bildiği halde bunu asla kabul etmemesiydi. En azından o anda ve orada. Çok şiddetli tartışmalarımız olmuştu. Bu tartışmalardan, onunla birlikteyken bir arpa boyu yol bile alamadığım düşüncesiyle ayrılırdım. Bir iki gün sonra Lefschetz'in benim savımı kabul ederek çalışmaya devam ettiğini görürdüm. Lefschetz emekliye ayrıldıktan yıllar sonra fark ettim ki bir gün içinde onunla yaptığım bir tartışmayı kazanmam onun artık yaşlanmış olduğunu gösteriyordu."

Bununla beraber Lefschetz neler söylemiş olursa olsun sözlerinde kötü niyet izlerine rastlanmadığından kendine düşmanlar edinmemiş gibi görünüyordu. Lefschetz insanlarda olağanüstü bir bağlılık, hatta adanmışlık yaratma kapasitesine sahipti. Tucker Lefschetz'in takma ellerini hiç gündeme getirmediğini söylüyor. Onu hiç "Şunu benim için yapabilir misin, ben yapamıyorum," derken duyamazdınız. Lefschetz bunun yerine yapılmasını istediği şeyler için kibarca basit isteklerde bulunurdu: "Şu kapıyı açabilir misin?" New York'a tek başına gider, metroda hiç tanımadığı insanlardan cebinden bir jeton alarak turnikeye atmalarını rica ederdi. Takma elleri olduğundan hiç bahsetmez, ısrarı sonuç verinceye dek isteğini yinelerdi.

Lefschetz 1943'te Amerikan donanması için danışmanlık yapmaya başladı. Kılavuz sistemleri ve gemilerin dengesine ilişkin

Pólya 1911 yılını matematikte altın çağını yaşayan Universität Wien'de geçirdi. Buradaki önemli geometriciler arasında Klein'ın yakın arkadaşı Wilhelm Wirtinger bulunuyordu. Wirtinger oldukça yetenekli genç matematikçileri üniversiteye kazandırıyordu. Bununla birlikte İkili Monarşi'nin iki başkentindeki ortam birbirlerinden hayli farklıydı. Hükümet merkezi Viyana'da açık bir biçimde Yahudi düşmanlığı seziliyordu. Buradaki yaşantıdan pek de hoşlanmayan Pólya doktorasını tamamlayacağı Budapeşte'ye dönerek rahatlamıştı.

Bu dönemde belki Paris'i dışarıda tutarsak matematik alanında Göttingen benzersizdi. Pólya iki yıllığına Georg-August'a giderek, en iyi dönemlerini yaşayan Hilbert'in kısmi diferansiyel denklemler kuramı, fiziğin matematiksel temelleri ve matematiğin temelleri üzerine verdiği derslere girme şansına kavuştu. Pólya ayrıca Toeplitz'den değişmezler kuramı, Carathéodory'den varyasyonlar analizi ve Hecke'den cebirsel sayı cisimleri dersleri aldı. Pólya, o zamanlar henüz *privatdozent* olan Weyl'den integral denklemleri ve bunların matematiksel fiziğe uygulanmaları üzerine bir ders aldı. Landau'dan ise sonsuz seriler, özellikle Fourier serileri üzerine bir ders aldı. Landau ayrıca matematiksel problemler üzerine de bir ders veriyordu. Bu dersteki matematik tipi çok geçmeden Pólya'nın uzmanlık alanı olacaktı. Üstelik Pólya, emekliye yeni ayrılmış Klein'la da görüşmeler yapmıştı. Pólya sonraki yıllarda *privatdozent* olarak alınma olasılığının olduğu Georg-August'taki günlerini sık sık anımsayacaktı. Bu arada, Pólya bir tatil sonrası trenle Göttingen'e dönüşü sırasında çantasını bagaj rafına yerleştirmeye çalışırken çantası düşmüş ve Alman bir yolcuya çarpmıştı. Üniversite öğrencisi olan bu gencin bir *Geheimrat*'ın oğlu olduğu ortaya çıktı. Sinirlerin gerildiği ortamda düello lafı edilmeye başlamıştı. Bu olaydan haberdar olan üniversite makamları Pólya'dan üniversiteden ayrılmasını istedi. Bunun üzerine Pólya 1914'ün başlarında Paris'e gitti.

Poincaré'nin kaybına rağmen o zamanların Paris'inde matematiğin önde gelen kişilerinin oluşturduğu yıldızlar geçidi Göttingen'dekinden aşağı kalır değildi. Gerçi Paris'e çok daha fazla resmiyet hâkimdi. Pólya, Borel, Cartan, Fréchet, Lebesgue ve Picard

tırma ekolü yaratmaktaki başarılarından ötürü Aztek Kartalı Nişanı'yla ödüllendirildi. Bu ödül, Italian Accademia dei Lincei'nin* verdiği Feltrinelli Ödülü, Amerikan Ulusal Bilim Madalyası gibi pek çok payenin bulunduğu uzun bir listenin yalnızca bir parçasıydı. Solomon Lefschetz 5 Ekim 1972'de seksen sekiz yaşında Princeton'da yaşamını yitirdi.

* İtalya'nın Roma kentindeki bilim akademisi. Sözcük anlamı Vaşaklar Akademisi'dir. (ç.n.)

IX

BIRKHOFF'TAN ALEXANDER'A

George Birkhoff (1884-1944)

George Birkhoff (oğlu Garrett da çok ünlü bir matematikçidir) çalışmalarıyla yirminci yüzyıl Amerikan matematikçileri arasında yalnızca eğitim ve araştırma alanlarında değil Veblen'inkilere eşdeğer katkılar sunduğu uluslararası bilim çevrelerinin bir üyesi olarak da ilk sıralarda yer alır. Birkhoff araştırma alanında kendini Poincaré'nin takipçisi olarak konumlandırır. Çağdaş dinamik sistemler kuramını Poincaré'nin bıraktığı yerden devam ederek kuranlardan biridir.

George David Birkhoff 21 Mart 1884'te Michigan eyaletindeki Overisel'de dünyaya geldi. Chicago'da doktorluk yapan David Birkhoff ile Jane Gertrude'un (kızlık soyadı Droppers) altı çocuğu-

nun en büyükleriydi. George'un aslen Hollanda kökenli olan anne ve babası Nederduits Gereformeerde Kerk'e mensuplardı. Oğulları iki yaşına geldiğinde çift çocuklarının büyüyeceği Chicago'ya taşındı. George 1896'dan 1902'ye dek Lewis Institute'ta (şimdiki adıyla Illinois Institute of Technology) eğitim gördü. George daha sonra meslek yaşantısının büyük bir kısmında ilişki içinde olacağı Harvard'a gitmeden önce bir yıllığına University of Chicago'ya geçiş yaptı. 1904'te henüz bir lisans öğrencisiyken H. S. Vandiver'la birlikte sayılar kuramı üzerine bir araştırma makalesi kaleme aldı. Harvard'dan 1905'te mezun olurken ertesi yıl da yüksek lisans derecesini aldı. Doktora çalışması için yeniden University of Chicago'ya gelen Birkhoff, E. H. Moore denetiminde diferansiyel denklemler üzerine tezini hazırladı. 1907'de *summa cum laude* derecesiyle doktorasını tamamladı. Birkhoff, kıdemli Moore'a büyük saygı gösteriyor olsa da iki matematikçinin araştırma konuları birbirlerinden çok farklıydı.

Sonraki iki yıl boyunca Birkhoff, University of Wisconsin'de okutman olarak çalıştı. Bu sırada Margaret Elizabeth Grafius'la evlendi. Çiftin Garrett ve Rodney adlarında iki oğulları ve Barbara adında bir kızları oldu. Birkhoff daha sonra, 1909'da uygulanan yeni sisteme göre ders vermek için gittiği Princeton'da iki yılın ardından Harvard'ın onu tekrar kadrosuna katma çabalarına girişmesinin ardından profesörlüğe yükseldi. Ertesi yıl Harvard amacına ulaştı. Birkhoff 1912'de Harvard'a dönmeyi kabul etti. Buradaki unvanı yalnızca yardımcı doçent olsa da o dönemlerde bunun Harvard'da daha üstün bir akademik unvan olduğu düşüncesi hâkimdi. Birkhoff yedi yıl sonra profesörlüğe getirilirken ancak 1932'de bir kürsü sahibi olabildi. O andan itibaren Birkhoff artık akademik kariyerini tamamıyla matematik araştırmalarına ve lisansüstü öğrencilerinin yönlendirilmesine adayabilirdi.

Tüm bunlar gerçekleşmeden önce Birkhoff, Harvard dışında pek çok işle uğraşır olmuştu. Princeton'da olduğu sıralar *Annals of Mathematics* dergisinin editörlüğünü yapıyordu. Harvard'a geçtiğinde bu kez *Transactions of the American Mathematical Society*'nin editörlüğünü üstlendi. Bu görevini derneğin olağan iki

yıllık süreyle başkanlığına getirildiği 1925'e dek sürdürdü. Bu görev, Birkhoff'u Rockefeller International Education Board'la ilişkiye geçirmiş gibi görünüyor. Birkhoff yeni göreviyle birlikte bu önemli kurulun danışmanı ve rehberi gibi davranmaya başlamıştı. Örneğin, Birkhoff 1926'da öğretim üyesi izninde Avrupa'ya ilk ziyaretini gerçekleştirdi. Burada bulunduğu dönem içinde kurum adına bazı önemli matematik merkezlerine gitti. Birkhoff görevinin bir parçası olarak kurumdan mali destek alan Avrupalı matematikçilerin kaydettikleri mesleki ilerlemeleri incelerken bir yandan da Amerika Birleşik Devletleri'nde matematiği daha da güçlendirmek için neler yapılması gerektiğine ilişkin önemli Avrupalı matematikçilerden fikir aldı. Birkhoff soyut matematiğe çok fazla önem verildiği sonucuna varmıştı. Avrupa'dan birkaç üst düzey uygulamalı matematikçiyi Amerika'ya getirtmek gerekiyordu. Gezisinin sonunda Birkhoff şöyle diyecekti: "En iyi merkezlere hiç uğramamış ve en nihayetinde bilimsel coşkusunu kaybetmiş üstün nitelikli çok sayıda insanımız var. İnanıyorum ki Avrupa bu açıdan Amerika'dan çok daha iyi durumda."

Harvard'a alınacak yeni elemanlar konusunda Birkhoff çok etkiliydi. Genç yetenekleri erken yaşlarında keşfedebileceğine inanıyordu. Harvard'a gelen kişiler arasında da böylesi insanlara sıklıkla rastlıyordu. Özellikle fen ve edebiyat fakültesi dekanlığı yaptığı 1935-39 arası dönemde Birkhoff sık sık, genç Amerikalılar ile Nazilerin baskısından kaçan mülteciler arasında yaptığı seçimlerde bir denge kurmakta zorlanıyordu. Harvard'da genellikle Amerikalıların seçilmesi Yahudi karşıtlığı iddialarına ve Veblen'le karşılaştırılan Birkhoff'un tutumuna ilişkin olumsuz yorumlara sebep oluyordu.

Harvard'la birlikte diğer önemli Amerikan üniversitelerinde kota sistemi uygulanıyordu. *Numerus clausus** adı verilen bu sisteme göre Yahudi öğrenciler ile öğretim elemanları arasındaki oran belirli bir sınırı aşmamalıydı. Kota hayli düşük olduğundan bu uygulama yalnızca genel hatlarıyla uygulansa bile belirli bir etkisi

---

* Latince "kapalı sayı" anlamında. (ç.n.)

vardı. Oscar Zariski, Birkhoff'la ilk kez 1926'da Roma'da karşılaştığında "Bir Yahudinin Harvard'da öğrenci olması zor mu?" diye sorunca Birkhoff "Hayır, kesinlikle değil. Gerçi doğal olarak bir oran tutturmaya çalışıyoruz. Yahudi popülasyonu yaklaşık yüzde 3, yüzde 4, yüzde 5. Bu nedenle biz de yalnızca yüzde 3, yüzde 4, yüzde 5 Yahudi öğrenci alıyoruz," demişti. Çok daha sonra Zariski, Harvard'a öğretim üyesi olarak alınmasında Birkhoff'un kendisini güçlü bir şekilde desteklediğini öğrenince çok şaşıracaktı. Diğer yandan Norbert Wiener kendisine Harvard'da teklif edilen göreve Birkhoff'un itirazları sonucu getirilmediğine kesin bir biçimde inanıyordu. Bu doğru bile olsa Wiener'in MIT'de daha iyi durumda olacağına inanmak için pek çok mantıklı neden bulmak mümkün.

Bununla birlikte Birkhoff'un Lefschetz'den hiç hoşlanmadığı çok açıktı. Lefschetz 1934'te American Mathematical Society başkanlığı için aday gösterildiğinde bu hoşnutsuzluk en üst seviyesine çıktı. Lefschetz hakkıyla başkanlığa seçilse de Birkhoff daha öncesinde o zamanki dernek sekreteri Roland Richardson'a bir mektup göndermişti. Mektupta şu satırlar yer alıyordu: "Lefschetz'in eskisinden de sevimsiz biri olacağını ve şu andan başlayarak kendi ırkının iyiliği için daha çok çalışmaya başlayacağına ait içimde bir his var. Canım ABD'de kendi güçlerine ve nüfuzlarına aşırı derecede güveniyorlar. Lefschetz kendini beğenmiş biri olacak, ırka dayalı davranışlarda bulunacak, *Annals*'ı da ırksal bir ek gelir kapısı olarak kullanacaktır." Bu tür Yahudi düşmanlığı Avrupa'dan Amerika'ya yayılmıştı. Birkhoff pek çok kişinin paylaştığı bu düşünceleri dikkatsizce ifade etmişti. İşin ilginç yanı Birkhoff'un yalnızca birinci kuşak Amerikalı olması Latin Amerika ziyaretleri sırasında işine yaramış, Birkhoff'a daha çok bir Avrupalı'ymış gibi davranmışlardı.

Dersleri iyi düzenlenmemiş ve açıklık konusunda örnek teşkil etmekten uzak olsalar da başkalarına da yaydığı coşkusu nedeniyle Birkhoff ufuk açıcı bir öğretmendi. Aralarında Marston Morse, Marshall Stone ve Hassler Whitney'in de bulunduğu yirminci yüzyılın ortalarında etkili olmuş çok sayıda Amerikan matematikçisi

doktora ya da doktora sonrası çalışmalarını Birkhoff'la beraber yapmıştı. Altı eski öğrencisi tıpkı onun gibi National Academy of Sciences of Washington üyeliğine dek yükseldi. Birkhoff hem Amerika Birleşik Devletleri içinde hem de uluslararası alanda zamanının en önemli Amerikan matematikçisi olarak tıpkı daha önce hocası E. H. Moore'un gördüğü gibi büyük saygı görürdü. Birkhoff kendi payına düşen askeri araştırma çalışmalarını her iki savaşta da yerine getirdi. Önemli makalelerinin bazılarını belki de Poincaré'ye saygısı gereği, (çok iyi bildiği) Fransızca yazmıştı. Derslerini İspanyolca da verebiliyordu. Birkhoff düşüncelerini uluslararası alandaki bilimci dostlarına yayabilmek için çok fazla seyahat etmişti. Araştırma alanında sahip olduğu itibar Birkhoff'un sık sık bilim çevrelerinde matematik dünyasını temsil etmesi için çağrılmasına yol açıyordu. Birinci Dünya Savaşı'nın ardından matematiğin Göttingen'de ve diğer yerlerde yeniden canlandırılmasında önemli rol oynamıştı.

Birkhoff'un yaşamının ilerleyen dönemlerindeki en büyük çabalarından biri Başkan Franklin Roosevelt'in "iyi komşuluk politikası" uyarınca Latin Amerika'da bilimsel araştırmaların teşvik edilmesiydi. Birkhoff bu amaçla Rockefeller Foundation'ın (daha önce International Education Board) desteğiyle Meksika, Peru, Şili, Arjantin ve Uruguay'da bir süre geçirdi. Ülkeye geri dönüşünde Birkhoff Latin Amerika matematiği davasının savunuculuğunu yaparak başka girişimlerin yanı sıra Guggenheim Foundation'ı Latin Amerika'da konuk profesörlük oluşturması yönünde ikna etti. Lefschetz bu unvanı alan ilk kişiydi. Çalışmalarını 1942'den itibaren Meksika üzerine yoğunlaştıran Lefschetz büyük başarılar elde etti. Brezilya'nın matematikte adını duyurması hayli etkileyiciydi. Birkhoff bu ülkeyi ziyaret etmemiş olsa da Brezilya, özellikle Birkhoff'un uzmanlık alanı dinamik sistemler kuramında büyük ilerleme kaydetmişti.

Birkhoff'un Avrupa'da, özellikle Fransa'da pek çok dostu vardı. Hiç karşılaşmamış olsalar da Birkhoff en büyük ustası olarak gördüğü Poincaré'ye çok büyük hayranlık duyuyordu. Birkhoff'un Poincaré dışındaki hocaları Harvard'dan Maxime Bôcher ve

Chicago'dan E. H. Moore'du. Moore, Birkhoff'u en çok etkileyen isimdi. Birkhoff, klasik analiz ve cebirle Bôcher aracılığıyla, "genel analizle" de E. H. Moore aracılığıyla tanışmıştı. Moore gibi Birkhoff da Amerikan matematiğinin artık rüştünü ispatladığını düşünüyordu. Harvard'ın 1936'da gerçekleşen üç yüzüncü kuruluş yılı kutlamalarında Hardy, Amerika Birleşik Devletleri'nde diğer herhangi bir ülkedekinin üç katı yaratıcı matematik gerçekleştirildiği düşüncesinde olduğunu belirtmişti. Birkhoff'un 1938'deki "Amerikan Matematiğinin Elli Yılı" üzerine yaptığı konuşma bu dönemde gerçekleştirilmiş olanları gözler önüne serer. İleriye dönük olaraksa Birkhoff "büyük göçle" gelen Avrupalı bilimcilerin işe alınmalarının yarattığı etki üzerine konuşmuştur:

> Aramızdaki bu güzide grupla birlikte umut vaat eden genç Amerikalı matematikçilerimizin omuzlarına kaçınılmaz bir yük biniyor. Aslına bakarsanız yeni gelenlerin pek çoğu mütevazı aylıklar aldıkları ama ders verme yükü altında ezilmeden incelemelerini gerçekleştirebilecekleri bol imkânlara sahip oldukları araştırma işlerinde çalışıyor. Böyle olunca da genç Amerikalı matematikçilerin erişebileceği benzer görevlerin sayısı azalıyor. Bu gençlerden bazılarının da "fuzuli işleri yapmak" zorunda kalacakları olasılığını göz ardı etmemek gerekir. Bu tehlikeden artık uzak durmamız gereken bir doyum noktasına ulaştığımıza inanıyorum.

Mathematical Association of America 1933'ten itibaren "son birkaç yıl içinde gerçekleşen olaylar sonucunda ülke dışından Amerika'ya gelen matematikçilerin" hareketini takip etmektedir. *Monthly*'de yer alan değerlere göre 1933-37 arasındaki beş yıllık dönemde ülke dışından gelen toplam matematikçi sayısı kırk beştir. Birkhoff açık bir şekilde bu sayının çok yüksek olduğunu düşünüyordu ama yine de konuşmasına şöyle devam etti:

> Yine de belirtmek gerekir ki, şu an görülmeye başlayan durum genel olarak matematiğimizin gidişatı açısından yararımıza olabilecek bir etkenin de önemine vurgu yapıyor. Hizmet ettikleri kurumların entelektüel statülerini yükseltme arzusu içindeki uzak görüşlü kimi üniversite ve kolej rektörleri matematik bölüm kadrolarını güçlendirmenin yapılabilecek en kolay şeyler-

den biri olduğu sonucuna vardılar. Bunu gerçekleştirebilmek için olağanüstü laboratuvar ya da kütüphane masrafları yapmak da gerekmiyordu. Ayrıca matematik konuları sürekli bir yaratıcı büyüme içindedir. Mühendisler, bilimciler, felsefeciler ve benzerleri için eskisinden de önemli hale gelmiştir. Buradaki ve yurtdışındaki muhteşem matematikçiler de mali yönden erişilebilir durumdadır.

Birkhoff'un analizdeki başlıca ilgi alanı Poincaré'nin başta gökcisimleri mekaniği olmak üzere çalışmalarını genişletmek istediği dinamik sistemler kuramıydı. Belki de Birkhoff'un meslek yaşamındaki en önemli olay Poincaré'nin son geometrik teoremini ispatlamasıydı. Bu, kısıtlı üç cisim problemi için büyük öneme sahip bir sonuçtu. Birkhoff'un elde ettiği ikinci en önemli sonuç noktasal ergodik teoremiydi. Birkhoff ayrıca uzun yıllardır görelilik kuramına büyük bir ilgi duyuyordu. Daha az ilgi duyduğu bir başka konuysa kuantum mekaniğiydi. Ancak her iki konuda inşa ettiği fiziksel modeller bugün yalnızca tarihi anlamlara sahip. Birkhoff temel geometriden, haritaların renklendirilmesine ve fonksiyon uzayları kuramına dek çok çeşitli konularda makaleler yazdı. Kendi buluşu estetiğin matematiksel kuramı üzerine de çokça yazı kaleme aldı. Birkhoff'un tüm bu zengin yayınlarına toplu eserlerinde rastlanabilir. American Mathematical Society'nin Bôcher Ödülü dahil bazı payeleri meslek yaşantısının erken dönemlerinden itibaren kazanan Birkhoff daha sonra çok sayıda onursal derecenin de sahibi oldu.

Birkhoff yaşamının sonlarına doğru kalp rahatsızlıklarından şikâyetçi olmaya başladıysa da kendini hiç sakınmadı. 12 Kasım 1944'te altmış yaşındayken uykusunda yaşamını yitirdi. Birkhoff gençliğinde "oldukça sosyal ve enerjik" biri olarak anlatılırdı. Yirmili ve otuzlu yıllarda Birkhoff'lar neredeyse büyükelçiler gibi ağırlandı. Yaşamının sonuna doğru onu tanıyanlarsa Birkhoff'un kendi düşüncelerine kapanmaya meyilli, sert ve çekingen biri olduğunu söylerdi. Bu yaşam öyküsünde kullanılan fotoğrafta Birkhoff elli yedi yaşındayken görülüyor.

Hermann Weyl (1885-1955)

Hermann Weyl kendi kuşağının önemli matematikçilerinden biri, David Hilbert'in de değerli bir öğrencisi ve ardılıdır. Weyl pek çok yöne eşit derecede dağılmış ilgi alanlarına sahipti. Matematiğin temellerine, matematiksel fiziğe ve ikisi arasında kalan çok sayıda matematiksel araştırma alanına katkı sağlamıştı; matematiğin geniş kitlelere anlatılmasına özellikle büyük önem vermişti. Açıklayıcı tarzı modern ölçütlere göre fazlasıyla yavaş olsa da teknik hünerlerini sıra dışı hayal gücüyle birleştirdiği tarzı, olağanüstü bir düşünce zenginliğine sahipti.

Tam adıyla Claus Hugo Hermann Weyl, Hamburg yakınlarındaki küçük kasaba Elmshorn'da 9 Kasım 1885'te dünyaya geldi.

Babası Ludwig bankacılık işindeydi. Annesi Anna (kızlık soyadı Dieck) varlıklı bir aileden geliyordu. 1895'ten 1904'e değin oğulları Hermann Altona'daki *gymnasium*'a gitti. Hermann'ın burada gösterdiği performans Hilbert'in bir akrabası olan okul müdürünün dikkatini çekti. Weyl çok geçmeden kendini Georg-August'ta buldu. Çok daha sonra Weyl, yeni ve genç bir öğrenci olarak Hilbert'in dersine katılışını şöyle hatırlayacaktı: "Tüm masumiyet ve cahilliğimle Hilbert'in o dönem açacağını duyurduğu derse katılmaya cüret etmiştim. Ders, sayı kavramı ve çember dördüllemesi üzerineydi. Derste anlatılanların çoğu benim boyumu aşan şeylerdi. Ancak önümde yeni bir dünyanın kapıları açılmıştı. Hilbert'in ayaklarının dibinden ayrılmadan geçirdiğim kısa sürenin sonunda genç kalbimle bu adamın yazdığı her şeyi mutlaka okumam ve öğrenmem gerektiğine karar verdim."

Hilbert'in en yetenekli öğrencisi Weyl 1908'de diplomasını alarak iki yıl sonra Georg-August'ta *privatdozent* kadrosuyla göreve başladı. 1913'te Mecklenburg yakınlarındaki Ribnitz kasabasından Helen Joseph'le evlendi. Doktor kızı olan Helen, Weyl'in felsefeye, yaratıcı ve şiirsel edebiyata olan ilgisini tümüyle paylaştı. Çiftin oğulları, Weyl'in aileye yüksek sesle şiir okuduğu anlarda sesinin şiddeti ve yüksekliği nedeniyle duvarların sarsıldığını aktarıyordu. Weyl, insanın kalbine seslenen şiir türlerini seviyor, matematik yazılarına insani bir boyut katmak için şiirlerden alıntılar yapıyordu.

Aynı yıl içinde Weyl, daha önceki bazı seçkin Alman matematikçiler gibi Zürich'teki Eidgenössiche Technische Hochschule'de profesörlüğe getirildi. On yıl sonra Georg-August'ta Klein'ın yerine geçme fırsatını geri çevirdi. Bu kararında belki de bir süreliğine Hilbert'ten uzak kalma düşüncesi etkili olmuştu. Weyl'in ilk dönem çalışmaları üzerinde Hilbert'in etkisi hayli açıktı. Örneğin Weyl'in *privatdozent* olabilmek için sınır değerler üzerine yazdığı tez böylesi bir çalışmaydı. Ne var ki, Weyl kısa sürede on dokuzuncu yüzyıl geometri ve analiziyle yirminci yüzyıl topolojisini kaynaştırarak kendi farklı ilgi alanlarını yarattı. Örneğin Riemann yüzeylerine ilişkin 1913 tarihli monografisinde Weyl, topolojik fi-

kirlerin kompleks fonksiyonların davranışlarını aydınlatma yolunu zarif bir biçimde açıklamıştı.

Weyl'in Birinci Dünya Savaşı'nın başlangıcında Alman ordusunda yaptığı kısa süreli hizmet en önemli düşüncelerinden birinin üzerine yaptığı çalışmaya başlamasının hemen sonrasına rastlamıştı. Weyl birim aralıkta irrasyonel sayıların nasıl dağıldıklarına baktığında irrasyonel bir sayının kesirli kısmı ile tam sayı katlarının düzenli bir dağılım gösterdiğini görürken rasyonel sayılar için bu durum geçerli değildi. Bu düşünce daha sonra Kronecker-Weyl teoremine evrildi.

O dönem fizikte ortaya çıkan çok sayıda devrimsel düşünceyi yakından izleyen matematikçiler arasında Weyl de vardı. Daha önce Minkowski'nin yapmış olduğu gibi Weyl de Einstein'ın Zürich'te bulunmasından yararlanarak onunla bir yıl birlikte çalıştı. Ortak çalışmalarının ürünü Weyl'in "Uzay, Zaman, Madde" başlıklı 1918 tarihli monografisiydi. Yerçekiminin kütlenin uzay-zamanı bükmesi yoluyla tanımlandığı genel görelilik kuramının bu erken dönemlerinde Einstein'ın kimi düşüncelerinin matematiksel açıdan en iyi formülasyonu hâlâ tam olarak net değildi. Einstein konunun uzmanı olmasa da çalışmalarında on dokuzuncu yüzyıl diferansiyel geometri bilgisinden dayanak alıyordu. Weyl, tensör analizini kullanarak genel göreliliğin Einstein'ın elde etmiş olduğundan daha düzgün bir formülasyonuna ulaştı. Weyl modern fiziğe olan ilgisini fizikçiden ziyade aslen bir matematikçi olarak sürdürüyor olsa da yeni fiziğe yaptığı katkılar işin matematiğini geliştirmenin çok ötesine geçti. Örneğin Weyl, kozmolojide hayli farklı şekillerde ortaya çıkan iki farklı sayı arasındaki şaşırtıcı uyuma dikkat çekmişti. Bunu fark eden tek kişi Weyl olmasa da bu görüş Weyl varsayımı olarak bilinecekti.

Birinci Dünya Savaşı'nın ertesinde Weyl o zamanların tartışmalı konusu matematiğin temelleriyle ilgilenmeye başladı. Riemann yüzeyleri üzerine yaptığı çalışmasında Brouwer'in topolojik sonuçlarını kullanmıştı. Şimdi de Brouwer'in matematik felsefesi üzerine ciddiye alınması gerektiğini düşündüğü fikirlerini inceliyordu. Bildiğimiz gibi Hilbert daha önce Brouwer'in çalışmalarıyla ilgilendi-

ğini ifade etmişse de Brouwer'le aynı fikirde olmasının mümkün olmadığını fark etmişti. Weyl, Brouwer kadar doktriner değildi. Yine de Weyl'in Brouwer'e verdiği destek Hilbert'i rahatsız etmişti. Weyl her zaman ön doğrulamanın (postülasyon) önem ve değerini kaybettirmeden inşanın (konstrüksüyon) yerine geçemeyeceğini savunmuştu. Bu görüşü öylesine sıkı bir biçimde savunuyordu ki tüm yaşamı boyunca Weyl, "seçme beliti"ni esaslı ve sistematik bir biçimde kullanan matematiksel kuramlardan uzak durmaya çalıştı.

Hatırlarsanız Brouwer Zürich'ten ayrılarak Amsterdam'a gelmesi konusunda Weyl'i ikna etmeye çalışmış ama başarısız olmuştu. On yıl sonra Hilbert Georg-August'tan emekli olduğunda Weyl'e onun yerine geçmesi teklif edildi. Weyl bu kez çektiği onca acının ardından teklifi kabul etti. Göttingen'e dönüşünde şöyle demişti: "Onlar olmadan yaşlılığın katı bir yalnızlığa dönüştüğü gençlerle iletişimimi devam ettirme şansımı yitirmemek istediğimden, bilimsel gelişmenin doğru adresinin entelektüel bir çevre olduğunu bildiğimden ve bu nedenle bilim geleneğini geliştirmenin önemli bir görev olduğunu düşünmemden ve son olarak kendi insanlarımın arasında bulunmak istememden dolayı geri döndüm." Ne yazık ki Weyl ders verme konusunda Hilbert kadar yetenekli değildi. En temel düzeydeki dersleri bile çoğu öğrencinin sahip olduğunun çok ötesinde bir bilgi birikimi gerektiriyordu. Temel analiz dersini verme sırası ona geldiğinde Weyl dersi sezgici bir bakış açısıyla anlatmıştı.

Weyl, Georg-August'un tanıdık çevresine geri dönme keyfini uzun süre yaşayamadı. Nazilerin iktidara gelmesinin öncesinde bile Weyl Almanya'daki bilimsel yaşamın niteliğinden hoşnutsuz, uğursuz politik ve ekonomik durumdan endişeliydi. Araştırmalarındaki üretkenlik düşmüştü. 1933'te Yahudilerin görevlerinden uzaklaştırılmasıyla geçici olarak Mathematisches Institut'ta Courant'ın yöneticilik görevini devralsa da kısa bir süre sonra Nazi Almanya'sında daha fazla yaşamak istemediğine karar verdi. Weyl Yahudi olmasa da en azından karısı Helen kısmen Yahudiydi. Bu da yetkililerin dikkatini çekmeye zaten yeterdi. İspanya'ya gitmeyi düşündü ama bir sonuç elde edemedi.

Weyl Zürich'ten aldığı öğretim üyesi izniyle 1928-29 dönemini Princeton'da geçirmişti. 1933'ün başlarında Pinceton'da yeni kurulan Institute for Advanced Study'de kendisi için uygun bir pozisyon olup olmadığını sorduğunda Weyl'e derhal bir teklif sundular. Weyl ve karısı günler boyunca bu teklifi kabul edip etmemeyi konuştular. Weyl'in masasının üzerinde biri teklifi kabul ettiğini söyleyen diğeriyse reddeden iki telgraf taslağı duruyordu. En sonunda Weyl'in yanıtı olumsuz oldu. Courant bu durumu Veblen'e şöyle açıklamıştı: "Weyl'in tutumu gerçekten çok tuhaf ve karmaşık. Onun bu davranışı ancak sahip olduğu muazzam yeteneklere karşın, içten içe kendini güvensiz hisseden biri olduğunu gördüğünüzde anlam kazanır. Weyl için tüm yaşamını etkileyecek sonuçlar doğuracak bir karar almak son derece güçtür; zihinsel olarak böyle bir kararın ağırlığını kaldıramaz ve başka yerlerden güçlü destek arayışlarına girer." Oysa Weyl yılın ilerleyen aylarında Almanya'da kalma kararından vazgeçerek Princeton'dan gelen teklifin hâlâ geçerli olup olmadığını sordu. Teklif geçerliydi ve bu kez kabul etti. Weyl Amerika Birleşik Devletleri'ne vardığında ruhsal ve bedensel olarak tükenmişti.

Enstitünün devamlı kadrosunda yer aldığından Weyl araştırmalarına devam edebileceği en uygun ortama sahipti. Gerçi Princeton yılları, gücünün zirvesinde olduğu Zürich'te geçen 1917-1927 arası dönem kadar verimli değildi. Geç dönem çalışmalarının çoğu matematiğin soyut kısmı üzerineydi. Yine de matematiksel fiziğe ilgisi güçlü bir biçimde devam ediyordu. Daha 1929'da atom altı parçacığı nötrino için matematiksel bir kuram geliştirmişti. Kendi içinde tutarlı olan kuram sol-sağ simetrisini koruyamadığından terk edildi. Bununla birlikte daha sonra gerçekleştirilen deneysel çalışmalar simetrinin her durumda mutlaka korunmadığını gösterince Weyl'in kuramı yeniden araştırma çalışmalarına dahil oldu. Matematik ve fiziğin ilişki içinde olduğu bir diğer alan da kuantum mekaniğinde geniş kullanım alanı olduğu anlaşılan bir tür tensör olan spinorlar üzerine yapılan çalışmalardı. Spinorlar, Cartan ve diğerlerince daha önce ele alınmış olsa da özelliklerine ilişkin ilk sistematik yaklaşımı Weyl gerçekleştirmişti.

Fiziksel kuramların hedeflerinden biri de değişen koşullar altında korunabilen nicelikler bulmaktır. Weyl Klein'ın düşüncelerini modern fiziğe uyarlayarak görelilik ve kuantum mekaniğinde böylesi değişmez nicelikler tanımlamıştı. Weyl'in 1928 tarihli *Gruppentheorie und Quantenmechanik* (Gruplar Kuramı ve Kuantum Mekaniği) adlı kitabı onun bakış açısını göz önüne sererken bir yandan da fizikçilerin daha önce elde ettikleri çeşitli sonuçları da bir araya toplar.

American Mathematical Monthly'nin 1951'deki sayısında çıkan, yirminci yüzyılın ilk yarısında matematiğin gelişimine ilişkin kaleme aldığı araştırma yazısından da anlaşılabileceği gibi Weyl, matematik tarihiyle de ilgileniyordu. Weyl o yıl Institute for Advanced Study'den emekliye ayrıldı. İngilizcesini hiçbir zaman Almancası kadar geliştiremese de edebiyat ve yazım tarzına ilişkin konulara aşırı önem verirdi. Yazılarındaki açıklayıcı tarzın başarısı da verdiği bu önemden kaynaklanmaktadır. Bilimsel gelişmelerden halkın haberdar olması gerektiğini düşünüyordu ve bu görüşe hep bağlı kaldı.

Weyl'in ilk karısı Helene, Ortega y Gasset'in eserleri gibi çok sayıda İspanyol edebiyat ürününü Almancaya kazandırmış bir çevirmendi. 1948'deki ölümünün ardından Weyl iki yıl sonra, Zürich'li Ellen Baer Lohnstein'la evlendi. Yılın yarısını Zürich'te geçiriyorlardı. Weyl, sonradan Amerikan vatandaşlığına geçenlerin vatandaşlık haklarını kaybetmeden ülke dışında geçirebileceği süreyle ilgili kurallardan habersizdi. Weyl bu süreyi geçirince Amerikan vatandaşlığını kaybetti. Bu durumun düzeltilebilmesi ancak kongreden çıkacak özel bir yasayla mümkündü.

Kasım 1955'te Weyl'in yetmişinci yaş günü kutlandığında ailecek Zürich'teydiler. İnsanların önüne son kez, çalışmalarından derlenen *Selecta* adlı kitabın kendisine hediye edilmesi sırasında çıktı. Daha sonra, kendisine gönderilen tebrik mektuplarına teşekkür notları yazarken kalp krizi geçirerek 9 Aralık 1955'te yaşamını yitirdi. Ölümüyle dünya, muazzam Göttingen matematiği çağıyla arasındaki bir bağı, seçkin bir matematikçiyi, çağdaş fiziğin kurucularından ve en üst düzey yorumculardan birini daha kaybetmiş oldu.

George Pólya (1887-1985)

Avusturya-Macaristan İmparatorluğu Habsburg'la daha yakından ilişkili olsa da akla daha yatkın olan terim Mitteleuropa'dır.* Kavramın tam olarak nereye oturduğunu söylemek güç. Mitteleuropa kentli, kültürel, entelektüel, etnik olarak karışmış (esasen Germenler, Slavlar ve Macarlar) ve iki dilliydi (hemen hemen herkes Almanca bilirdi). Mitteleuropa esas olarak kültürel bir olguydu. Çok sayıda Yahudinin varlığına rağmen esas itibariyle din, Katoliklik ve Protestanlık'tı. Merkez Viyana olsa da Breslau, Budapeşte, Kraków ve Prag gibi şehirler de büyük öneme sahipti.

On dokuzuncu yüzyılın sonlarından başlayarak en azından yirminci yüzyılın ortalarına dek süren dönem Macar matematikçilerin altın çağıy-

---

* "Orta Avrupa" anlamında Almanca sözcük. (ç.n.)

dı. Avusturya ve Macaristan'ın ikili monarşiyi oluşturduğu Birinci Dünya Savaşı öncesinde Avusturya tarafının daha etkileyici olduğu düşünülebilir ama Macar matematikçileri art arda sıralamaya başladığımızda Macar tarafının da bir o kadar önemli, hatta bazı açılardan daha da önemli olduğunu görürüz. Riesz kardeşler, Fejér, Haar, Radó, Szegö. von Kerékjártó, von Neumann, von Kármán, Erdélyi ve Erdös gibilerinin katkıları önemlidir. Bu büyük insanları bir nebze de olsa aşan isimse George Pólya'dır.

György (George) Pólya 13 Aralık 1887'de Budapeşte'de dünyaya geldi. Yahudi babası Jakab bir sigorta şirketinde avukat olarak çalışmasının yanı sıra üniversitede de görevliydi. Annesi Anna (kızlık soyadı Deutsch) toplumun üst sınıflarına ait bir kadındı. Çiftin ünlü bir cerrah olan en büyük oğulları İkinci Dünya Savaşı'nın sonlarına doğru Nazilerce öldürülürken bir diğer yetenekli çocukları, en küçük oğulları da Birinci Dünya Savaşı'nda ölmüştü. Ailenin çocuklarından geriye yine sigorta şirketinde çalışan iki kız ve bundan sonra kısaca Pólya diyeceğimiz geleceğin matematikçisi kalmıştı.

Pólya bölgedeki liseye gitti. Genel anlamda iyi eğitim veren lise matematik alanında güçlü bir okul değildi. Üniversitede ilk önce hukukta şansını deneyen Pólya daha sonra iki yıllığına filoloji eğitimi aldı. Pólya bunun üzerine başka alanlarda da şansını denedi. Felsefeden etkilenmezken, fizik onun için çok zor geldi ve en sonunda bir tür uzlaşma olarak matematikte karar kıldı. O dönem üniversitedeki en önemli matematikçi henüz otuz bir yaşındayken profesörlüğe yükselen Lipót Fejér'di. Fejér'i kendisine örnek kişilik olarak almış gibi görünen Pólya onu şöyle tanımlıyordu: "Sanatsal zevklere sahipti. Müziği çok sever, iyi piyano çalardı. Güzel öykü anlatma becerisini titizlikle işlerdi. Kendine özgü jestleriyle büyük bir matematikçinin kusurlarını anlatırken dayanılmaz olurdu. Fejér'le matematik konuşarak ve öyküler anlatarak kafelerde geçen saatler pek çoğumuz için tatlı birer hatıra. Féjer matematiksel gözlemlerini öykülerini anlatırkenki canlılığıyla sunardı. Bu da problemlerine pek çok genç insanın kalıcı ilgisini çekmesine yardımcı olurdu."

Pólya 1911 yılını matematikte altın çağını yaşayan Universität Wien'de geçirdi. Buradaki önemli geometriciler arasında Klein'ın yakın arkadaşı Wilhelm Wirtinger bulunuyordu. Wirtinger oldukça yetenekli genç matematikçileri üniversiteye kazandırıyordu. Bununla birlikte İkili Monarşi'nin iki başkentindeki ortam birbirlerinden hayli farklıydı. Hükümet merkezi Viyana'da açık bir biçimde Yahudi düşmanlığı seziliyordu. Buradaki yaşantıdan pek de hoşlanmayan Pólya doktorasını tamamlayacağı Budapeşte'ye dönerek rahatlamıştı.

Bu dönemde belki Paris'i dışarıda tutarsak matematik alanında Göttingen benzersizdi. Pólya iki yıllığına Georg-August'a giderek, en iyi dönemlerini yaşayan Hilbert'in kısmi diferansiyel denklemler kuramı, fiziğin matematiksel temelleri ve matematiğin temelleri üzerine verdiği derslere girme şansına kavuştu. Pólya ayrıca Toeplitz'den değişmezler kuramı, Carathéodory'den varyasyonlar analizi ve Hecke'den cebirsel sayı cisimleri dersleri aldı. Pólya, o zamanlar henüz *privatdozent* olan Weyl'den integral denklemleri ve bunların matematiksel fiziğe uygulanmaları üzerine bir ders aldı. Landau'dan ise sonsuz seriler, özellikle Fourier serileri üzerine bir ders aldı. Landau ayrıca matematiksel problemler üzerine de bir ders veriyordu. Bu dersteki matematik tipi çok geçmeden Pólya'nın uzmanlık alanı olacaktı. Üstelik Pólya, emekliye yeni ayrılmış Klein'la da görüşmeler yapmıştı. Pólya sonraki yıllarda *privatdozent* olarak alınma olasılığının olduğu Georg-August'taki günlerini sık sık anımsayacaktı. Bu arada, Pólya bir tatil sonrası trenle Göttingen'e dönüşü sırasında çantasını bagaj rafına yerleştirmeye çalışırken çantası düşmüş ve Alman bir yolcuya çarpmıştı. Üniversite öğrencisi olan bu gencin bir *Geheimrat*'ın oğlu olduğu ortaya çıktı. Sinirlerin gerildiği ortamda düello lafı edilmeye başlamıştı. Bu olaydan haberdar olan üniversite makamları Pólya'dan üniversiteden ayrılmasını istedi. Bunun üzerine Pólya 1914'ün başlarında Paris'e gitti.

Poincaré'nin kaybına rağmen o zamanların Paris'inde matematiğin önde gelen kişilerinin oluşturduğu yıldızlar geçidi Göttingen'dekinden aşağı kalır değildi. Gerçi Paris'e çok daha fazla resmiyet hâkimdi. Pólya, Borel, Cartan, Fréchet, Lebesgue ve Picard

ayarında matematikçilerden dersler dinleyebiliyordu. Kimi profesörler Pólya'nın gözüne korkutucu gelse de daha yaklaşılabilir bir insan olan Hadamard Collège de France'ta görevine devam ediyordu. Pólya Hadamard'ın ünlü seminerine katılma şansı bulmuştu. Paris'te bir yıldan az kalmasına karşın Fransızcayı bir hayli akıcı konuşabilecek kadar öğrenmiş, bazı Fransız matematikçilerle de kalıcı dostluklar kurmuştu. Ne yazık ki Paris'in zengin yaşamının tadını tümüyle çıkaracak kadar parası yoktu.

Pólya Eidgenössische Technische Hochschule'den aldığı *privatdozent*'lik teklifini büyük bir hevesle kabul etti. Bir süredir Budapeşte'ye dönmeyi düşünse de Zürich onun için daha iyi bir tercihti. Bunun bir nedeni de Hilbert'in öğretmenim ve yol göstericim dediği matematikçi Adolf Hurwitz'le tanışma fırsatını elde edecek olmasıydı. Klasik tarzdaki Hurwitz bohem Fejér'le taban tabana zıttı. Matematik tarzları birbirine benzese de Hurwitz çok daha geniş bir alanda çalışmalar yapıyordu. Esas ilgi alanı fonksiyon kuramı olan Hurwitz cebir ve sayılar kuramıyla da bir o kadar ilgiliydi. Hurwitz'i daha yakından tanıyan Pólya daha sonra şöyle yazmıştı: "1914'te orada görevlendirilmemden onun ölümüne dek geçen dönemde onunla sürekli iletişim içindeydim. Özel bir çalışma tarzımız vardı. Onun ziyaretine giderdim. Birlikte çalışma odasında oturur, purosunu bitirene kadar başka konulara pek dalmadan matematik konuşurduk. Sonra yürüyüşe çıkar, matematik tartışmamızı böyle devam ettirirdik. Sağlığı çok iyi olmadığından yürüyüşleri düz alanlarda yapmamız gerekirdi ki bu, Zürich'in engebeli kısımlarında pek de kolay bir iş değildi. Yokuş yukarı çıkarken çok yavaş yürürdük... Diğer herhangi bir matematikçiyle kıyasladığımda Hurwitz'le olan bağım daha derin, ona olan minnettarlığım daha büyüktü."

Hurwitz'in ölümünün ardından toplu eserlerinin gözden geçirilmesinde Pólya'nın payı büyüktü. Almanya'ya dönme planları yapmaya başlayan Pólya, Universität Frankfurt'ta boşalan bir pozisyon için başvuruda bulundu. Universität Frankfurt'a Weyl'in kaleme aldığı tavsiye mektubu ulaşmıştı. Burada aktarılması gereken bir mektup:

> Öncelikle bir Pólya gerçeği var. Matematik yapma şekli bana tamamıyla yabancı. Bilginin kendisindense bilginin peşinden koşarken alacağı keyif onun için daha önemli. Yine de parlak zekâsına hayranım. Düşünceleri, bilginin önemli ilişkileri üzerine ışık tutacak cinsten kesinlikle değil. Makaleleri, tamamıyla karanlıkta kalacak keşfedilmemiş topraklarda çok özel, dar alanlara doğru yapılmış yalnız ve cesur ilerlemeler. Yine de sorduğu sorular bir bakıma olağandışı. Kafasındaki pek çok problemle matematik çevrelerinde fevkalade ufuk açıcı biri. İncelemelerini iyi tanımlanmış, kesin problemlere dönüştürme konusundaki kuruntulu isteği bir eğitmen olarak bir bakıma onu gölgeliyor gibi. Yine de öğrencilerine tam bir "candan hoca" gibi önem veriyor. Uygulamalı matematik söz konusu olduğunda özellikle olasılık kuramında çok iyi ve bu alanda yayınları da var. Üstelik, uygulamalarda da (fizik, istatistik, vd.) çok bilgili.

Pólya Yahudi olması nedeniyle Weimar makamlarının bu görevlendirmeyi engelleyebileceğinden çekinirken asıl sakınca sol sempatizanı olduğu yönündeki kanıydı.

Zürich'e gitmesinin hemen öncesinde ya da sonrasında Pólya Budapeşte'ye uğradığında yurttaşı Gábor Szegö'yle buluşmuştu. Szegö Pólya'dan yedi yaş küçüktü. Doktorasını 1918'de Universität Wien'den aldıktan sonra savaş döneminde askerlik görevini yerine getirmişti. Ardından önce Universität Wien'de, sonra Königsberg'de *privatdozent*'lik yaptı. Königsberg'de 1926'da profesörlüğe yükseldi. Naziler sekiz yıl sonra Yahudileri görevlerinden uzaklaştırana dek de bu görevde kaldı. Bunun üzerine Szegö Amerika Birleşik Devletleri'ne göç ederek önce St. Louis'deki Washington University'de, ardından da 1938'de Stanford University'de görev yaptı. Pólya ve Szegö ortaya bir problem atmaktan ve bunu çözmekten çok hoşlanıyorlardı. Bu ilgileri iki ciltlik klasik *Aufgaben und Lehrsätze aus der Analysis* (Analiz Problemler ve Teoremleri) adlı eserlerinin 1925'te yayımlanmasını sağlamıştı. Bir matematikçi, Pólya ve Szegö'nün kitabındaki problemlerle uğraşarak uzun ve verimli bir zaman geçirebilecek olsa da ikili kitaplarının bir problem seçkisinden ibaret olmadığını düşünüyordu. Kitabın önsözünde şöyle diyorlardı:

Bu kitabın, gerçekdışı olmadığını düşündüğümüz başlıca amacı ileri düzey matematik öğrencilerini analizin bazı önemli alanlarında sistematik olarak düzenlenmiş problemler aracılığıyla bağımsız düşünce ve araştırma tarz ve araçlarına alıştırmaktır. Kitabın, bireysel etkin çalışma gereksinimini hem öğrenci hem de öğretmen açısından karşılaması hedeflenmiştir. Öğrenci, okuma ya da ders konularını genişletmek için bu kitabı kullanabileceği gibi kitabın belirli bölümleri üzerinde tamamen bağımsız olarak detaylı bir şekilde çalışabilir. Öğretmen ise kitabı pratik çalışma ve seminerleri için kullanabilir.

Kitap yalnızca bir problem seçkisi değildir. Kitabın en önemli özelliği konuların okuyucuyu bağımsız çalışmaya yönlendirecek ve yararlı düşünce sıralarını gösterecek şekilde sistematik olarak düzenlenmiş olmasıdır. Konuların en verimli şekilde sunulabilmesini sağlamak amacıyla bu işe, ilk bakışta konuya hâkim olmayanların tahmin edebileceğinden çok daha fazla zaman ayırdık, özen ve etraflı bir çaba gösterdik. Olaylara dayanan bilgiyi aktarmak bizim için ikinci plandaydı. Her şeyden önce okuyucuda doğru bir tavır, matematikte diğer tüm bilim alanlarından daha asli olan mutlak bir düşünce disiplini oluşturmayı hedefledik.

1924'te Hardy, Pólya'yı bir yıllığına Oxford'a davet etmişti. Davete en sonunda Cambridge de eklenecekti. O dönemde Hardy ile Littlewood ünlü Cambridge Tripos sınavında gerçekleştirdikleri reformları daha da ileriye götürmeye çabalıyordu. İkili Pólya'dan o yıl yapılan sınava girmesini istedi. Beklentileri, böylesi yapay ve zorlama soruların olduğu bir sınavda Pólya'nın pek fazla başarı elde edemeyeceği yönündeydi. Böylece Pólya gibi seçkin bir yabancı matematikçinin bile Tripos sınavında başarılı olamadığını göstererek yapılması gereken reformlar konusunda ellerini güçlendireceklerdi. Pólya diğer tüm adaylardan daha iyi bir sonuç elde edince Hardy ile Littlewood epeyce bozuldu. Bunun dışında İngiltere ziyareti her şeyiyle iyi geçmişti. Hardy ile Pólya dost olmuşlar, ortak makalelere imza atmışlar ama en önemlisi Hardy, Pólya ve Littlewood 1934'te çıkan *Inequalities* (Eşitsizlikler) adlı kitabın hazırlanmasında birlikte çalışmışlardı. Pólya birkaç yılla Ramanucan'la tanışma şansını kaçırmıştı ama yine de ünlü defterdeki formüllere hayran olan çok sayıda kişiden biriydi.

Pólya daha sonra terfi için başvuruda bulunduğunda Hardy aşağıdaki görüşlerin yer aldığı bir tavsiye mektubu yazmıştı:

> Pólya'nın hem iyi bir matematikçi hem de iyi bir insan olduğunu düşünüyorum. Bu düşüncem onun burada kaldığı süre içinde daha da pekişti. Aynı zamanda yapabileceklerinin en iyisini belki de son yıllarda yaşadığı hayal kırıklıklarından dolayı henüz görememiş olmamamızın da kuvvetle muhtemel olduğunu düşünüyorum. Konumunda gerçekleşecek bir iyileştirmenin neden olacağı cesaretlendirme onu çok daha iyi çalışmalar yapmaya yönlendirecektir. Hep zamanın az olduğunu düşündüğünden bu kısıtlı zamanının en ufak bir parçasını bile hiçbir yere ulaşmayabilecek zor problemlerle heba etme riskine girmek istemiyor. Elbette iyi bir matematikçi ciddi bir tehlike olduğunu hissetmeye başladığında yeteneklerini hakkıyla kullanamayabilir.

Pólya 1928'de ETH'de profesörlüğe getirilirken hemen ardından da İsviçre vatandaşlığına geçti. Bu sırada Pólya evliliğinin onuncu yılına girmişti. Karısı Stella, Université de Neuchâtel'de görevli bir fizik profesörünün kızıydı. Pólya aşırı çalıştığını düşünüyor, karısı da bu durumun Pólya'nın sağlığını bozacağından endişe ediyordu. Çift İsviçre Alpleri'ndeki Engelberg'de bir dağ evi satın aldı. 1930'lar boyunca dostlarını bu dağ evinde ağırlamışlardı. Pólya sıkça seyahat etmesine karşın Macaristan'a dönmekten korkuyordu çünkü Birinci Dünya Savaşı'nda kısmen sağlık sorunları kısmen de barışçı düşünceleri nedeniyle orduya katılmamıştı. Konuk öğretim üyesi sıfatıyla çeşitli yerlere çağrılıyordu. 1929'da Paris'ten, üç yıl sonra da altın çağının sonlarına gelmiş Göttingen'den davetler aldı. Yine de davetlerin en önemlisi 1933'ün yarısını Birleşik Devletler'de geçirmesi için yapılan teklifti. Pólya ilk üç ayı Princeton University'de, sonraki üç ayı ise Stanford'da geçirdi. Amerika'da bulunduğu dönem içinde eski öğrencisi John von Neumann'la yeniden karşılaştı. Onun dışında başta Birkhoff ve Veblen olmak üzere pek çok insanla tanıştı.

Avrupa'nın yeniden savaşa tutuştuğu 1930'ların sonunda Almanların İsviçre'yi işgal edeceği söylentileri dolaşıyordu. Bu, Yahudiler için tam bir felaket olurdu. Her halükârda Pólya 1940'a gelindiğin-

de Zürich'te yeterince kaldığına karar verdi. Bu kararı duyulduğunda Pólya Stanford University'den bir, Brown University'den de iki yıllık iş teklifleri aldı. İkinci teklifi kabul eden Pólya yine de daha kalıcı bir iş bulabilmeyi ümit ediyordu. Stanford kendisine yardımcı doçentlik teklif ettiğinde bu isteği gerçekleşmiş oldu. Avrupa'dan gelen, iş bulması en kolay göçmenlerin bile Amerika'da doyurucu işler bulmasının güçleştiği bir dönemde Pólya epeyce şanslıydı. Pólya 1947'de Amerikan vatandaşlığına kabul edildi.

Bu arada Szegö birkaç yıldır bulunduğu Stanford'da matematik bölüm başkanı olarak birinci sınıf bir bölüm oluşturuyordu. Son birkaç yıldır pek yayın yapmamış olan Pólya, Palo Alto'ya* yerleşmesinin ardından yine üretken bir döneme girmişti. Szegö'yle yeniden birlikte çalışmaya başladılar. Ancak Pólya'nın bu son dönemdeki asıl ilgi alanı araştırma yapmak değildi. Pólya her zaman problem çözme tekniklerine, özellikle buluşsal yöntemlere ilgi duymuş, şimdi de bu konuya ilişkin *How to Solve it* (Nasıl Çözmeli) adında bir kitap yazmıştı. Kitabı basacak bir yayımcı bulmakta zorlansa da kitap 1945'te piyasaya çıktığında büyük başarı elde etti. Pólya 1953'te Stanford'dan emekli olmasının ardından genel okuyucu kitlesine yönelik iki kitap daha yazdı: *Mathematics and Plausible Reasoning* (Matematik ve İnandırıcı Muhakeme) [1954] ve iki ciltlik *Mathematical Discovery* (Matematiksel Keşif) [1962, 1964].

Pólya artık yetmişli yaşlarındaydı ama yine de hayat doluydu. Her zaman olağanüstü bir öğretmen olarak değerlendirilmiş olan Pólya 1955'te lise ve kolej öğretmenleri için bir dizi yaz okulu düzenledi. Her birinde aktif bir şekilde yer alan Pólya aslında bütün ilginin de odağı olmuştu. Tam bir şovmen olan Pólya mümkün olduğunca çok görsel araç kullandı. Pólya'nın yaklaşımı, bütünüyle eksiksiz bir anlayışa sahip "yeni matematik" akımının kurucularının yaklaşımlarına tamamen zıttı.

---

* Amerika Birleşik Devletleri'nin Kaliforniya eyaletinde Stanford University'yle birlikte Silikon Vadisi'nin de yer aldığı bir kent. (ç.n.)

Pólya ödüllere hayli geç layık görüldü. Bunun nedeni büyük olasılıkla standart matematikçi akademisyen tipinden çok farklı olmasıydı. 1947'de Académie Royale des Sciences muhabir üyeliğine seçildi. Buna benzer diğer üyeliklerinin yanı sıra 1976'da doksan yaşındayken National Academy of Sciences of Washington üyeliğine seçildi. Çoğu insan bu payenin çok daha önceden verilmesi gerektiğini düşünüyordu. Georg Pólya 7 Eylül 1985'te Palo Alto'da doksan yedi yaşında yaşamını yitirdi. Ölümünden çok kısa bir süre önce felç geçirmişti. Toplu eserlerine yazılan önsöz Pólya'nın ayırt edici matematik tarzını şöyle özetler: "Pólya'nın tüm eserlerinden şenlikli kişiliği, harikulade zevki, duru metodolojisi, basit araçları, güçlü sonuçları yayılır."

Srinivasa İyengar Ramanucan (1887-1920)

Srinivasa İyengar Ramanucan annesinin memleketi Erode'de 22 Aralık 1887'de dünyaya geldi. Çocukluğu Hindistan'ın Madras İli'nin Tancavur bölgesindeki Kumbakonam kentinde geçti. Aile geleneksel Brahmandı ama yoksuldu. Babası kumaş ticaretiyle uğraşan bir işletmede muhasebeci olarak çalışıyordu. Anlayışlı, kültürlü ve hepsinden önce koyu bir dindar olan annesi ailenin geçimine katkıda bulunabilmek amacıyla yakınlardaki bir tapınakta bir grupla birlikte ilahiler söylüyordu. Matematiksel yeteneğe sahip anne, oğlunun sıra dışı güçlerinin Tanrı vergisi olduğuna inanıyordu. Ramanucan ilk eğitiminin tamamını Kumbakonam'da aldı. İlkokulda İngilizce öğrenmiş bunun ardından kentte İngilizce eği-

tim veren ortaokula gitmişti. Matematiksel yetenekleri çok küçük yaşlarında ortaya çıkmıştı. Henüz on bir yaşındayken matematik öğretmenlerine yanıtlayamayacakları sorular yöneltiyordu. Matematiğe olan ilgisini gören bazı üniversite öğrencileri Ramanucan'a kendi kitaplarını ödünç verdi. Ramanucan on üç yaşına geldiğinde kendinden yaşça büyük öğrencilerin kullandığı çok bilinen bir trigonometri ders kitabının üstesinden gelmişti bile. 1904'te özel bir ödülün sahibi olarak okuldan mezun olan Ramanucan üniversite bursu kazandı.

Bundan kısa bir süre önce Ramanucan, 1880'lerde İngiliz bir matematikçi tarafından yazılan *A Synopsis of Elementary Results in Pure and Applied Mathematics* (Soyut ve Uygulamalı Matematikte Temel Bilgiler Özeti) adındaki bir kitaba rast gelmişti. Kitapta açıklamalarına girilmeden binlerce sonuç, formül ve denkleme yer verilmişti. Kitap Ramanucan'ın matematiğe öylesine karşı konulmaz bir tutkuyla bağlanmasına neden olmuştu ki diğer her şeyi bir kenara bırakarak matematik çalışmaya koyuldu. Sınavlarda başarısız sonuçlar almaya başlayınca bursu kesildi. *Synopsis*'te yer almayan ispatları kendi yapmaya başlamıştı. Hatta bunların bazıları tamamen yeni ispatlardı. Elde ettiği sonuçları defterine not alıyor, bunları ilgilenebileceğini düşündüğü kişilere gösteriyordu.

Üniversite diploması olmadan uygun bir iş bulması çok zordu. Ramanucan hayli yoksul geçirdiği birkaç yıl boyunca geçimini arkadaşları ve ailesinin yardımlarıyla sağlıyordu. Ara sıra öğrencilere matematik dersi veriyor ama bunda da öğretim programını ve standart yöntemleri izlemediğinden çok başarılı olamıyordu. Ramanucan 1909'da kendinden on yaş küçük Canaki adında bir kızla evlendi. Hemen sonrasında Güney Hindistan'ın başlıca kenti Madras'a giderek geçimini sağlayabileceği bir iş aramaya başladı. En nihayetinde itibarlı Presidency College'da Rao adındaki matematik profesörü Ramanucan'ın kendisine gösterdiği çalışmalardan etkilenerek bir süreliğine para yardımında bulundu. Rao daha sonra Ramanucan'ın o dönem kendisine nasıl göründüğünü şöyle anlatacaktı:

> Kısa, kaba, kalın, tıraşsız, üstü başı pek de temiz olmayan biri göze çarpan tek özelliği parlayan gözleri ve kolunun altındaki yıpranmış defteriyle odaya girdi. İnanılmaz derecede yoksuldu. Kendine boş zaman yaratıp çalışmalarının peşinden gitmek için Kumbakonam'dan Madras'a kaçmıştı. Şan şöhret aramıyordu. Tek istediği boş zamandı. Bir başka deyişle istediği, hiç çaba göstermeden önüne basit bir yemeğin gelmesi ve hayalleriyle baş başa bırakılmasıydı. Defterini açarak bazı buluşlarını anlatmaya koyuldu. Hemen bir şeylerin normal olmadığını fark ettim ama söylediklerinin anlamlı mı yoksa saçma mı olduğunu anlayacak kadar bilgiye sahip değildim. Karar vermeyi sonraya bırakarak ondan daha sonra tekrar gelmesini istedim. O da geldi. Benim bilgisizliğimi fark etmiş olduğundan bu kez bana daha basit sonuçlar gösterdi. Tüm bu sonuçlar mevcut kitapların çok ötesindeydi ve bu gencin kayda değer bir adam olduğundan hiç şüphem yoktu. Sonra adım adım beni eliptik fonksiyonlara, hipergeometrik serilere ve en sonunda da benim bildiğim dünyaya henüz duyurulmamış kendi ıraksak seriler kuramına götürdü. Ne istediğini sordum. Araştırmalarına devam edebilmek için yaşamını sürdürebileceği kadar para istediğini söyledi.

Nihayet 1912'de Ramanucan Madras Liman İşletmesi'nde hesap sorumlusu olarak çok düşük ücretli bir iş buldu. Bu arada çalışmaları başka üniversite hocalarının da dikkatini çekmişti. Ramanucan'ın yeteneklerini gören bu kişiler de araştırmalarına devam etmesi yönünde Ramanucan'ı cesaretlendirmişti. Ramanucan'ın literatüre yaptığı ilk katkı 1910 dolaylarında *Journal of the Indian Mathematical Society*'de (Hindistan Matematik Derneği Dergisi) yayımlanan "Bernoulli Sayılarının Bazı Özellikleri" başlıklı makalesiydi. Bu makaleyi birkaç kısa tebliğ izledi.

Ramanucan 1913'te buluşları hakkında Cambridge'deki önemli matematikçilere yazmaya başladı. Ulaşmaya çalıştığı ilk iki matematikçiden bir yanıt alamadı. Üçüncü isimse Hardy'ydi. Ramanucan Hardy'ye yazdığı mektupta, tek paragraflık bir girişin hemen ardından formüllere ve teoremlere dalmıştı. Hardy, hiçbir kanıtla desteklenmemiş güvenilmez iddialar ve tuhaf teoremlerle dolu bu çalışmanın kaçık birinin işleri olduğunu düşünerek ilk başta mektuba önem vermedi. Ama mektuba ilişkin bir şey belki de aşırı tuhaflığı Hardy'nin aklını çeldi. Hardy mektubu bir kez de yakından gözden

geçirdikten sonra Littlewood'a haber verdi. Mektubu üç saat boyunca dikkatle inceleyen Hardy ve Littlewood karşılarında bir dâhi olduğuna karar verdiler. Hardy Ramanucan'a yazarak bazı ispatlar göndermesini istese de Ramanucan bu ispatları ya sağlayamadı ya da zaten sağlayamazdı. Ramanucan bir sonraki mektubunda yine kanıtlar olmadan daha da fazla sonuç göndermişti. Weierstrass'ın eksiksizlik anlayışını İngiliz analiz ekolüne yeniden sokan Hardy için Ramanucan'ın ortaya koyduğu bu sezgisel akıl yürütme moral bozucuydu. Yine de Ramanucan sırlarını bir yabancıya verme konusunda isteksiz davranmış da olabilirdi.

Hardy, Littlewood'a danıştıktan sonra Ramanucan'ı Cambridge'e getirerek denemeye karar verdi. Ne var ki, Brahman olan Ramanucan dini nedenlerden dolayı bu fikre karşı koyunca University of Madras'ta iki yıllık bir burs ayarlandı. Hardy doğal olarak hayal kırıklığına uğramıştı. Ramanucan'ı Cambridge'e gelmesi için ikna etme çabalarına devam etti. En sonunda, 1914'te Madras'a bir ziyarette bulunan meslektaşı E. H. Neville'in de yardımlarıyla engeller aşıldı. Hindistan'dan ayrılmasından önce Ramanucan'a epeyce hatalı bir biçimde Batılı kıyafetler giymesi ve başka şekillerde de uyum göstermesi gerektiği söylenmişti. Bu da Ramanucan'ı çok mutsuz etti. Ramanucan Cambridge'de Hardy ve Littlewood'un, özellikle de Hardy'nin rehberliğinde hızlı bir gelişim gösterdi. Ancak üniversitede yaşamak Ramanucan'a sıkıntı veriyordu. İngiltere'ye gelmesinden hemen sonra "Şimdiye dek kendimi hiç rahat hissetmedim ve buraya neden geldiğimi de bilmiyorum. Bunun nedeni yiyecek düzgün bir şeyler bulmanın çok güç olması," diye yazmıştı. Ramanucan dini nedenlerden dolayı yemek konusunda çok dikkatliydi. Kendi yemeklerini hazırlama konusunda da ısrarcıydı. En büyüğü bu olsa da başka sıkıntılar da vardı. Yatarken üşüdüğünden şikâyet edince Ramanucan'a yatak örtüsünün üstünde değil de altında uyuması önerildi.

Hindistan'dan gelen konuklar bir bahaneyle Ramanucan'a uğramanın yolunu buluyorlardı. Ramanucan'ın mistisizminden çok etkileniyorlardı. Bu ziyaretçilerden biri Ramanucan'ı şöyle tarif etmişti:

> Açık bir ten, yüzünde hafif oyuklar, dalgın bakışlı hülyalı gözler, kendisini yapılı gösteren ortalama boy ve hafifçe çarpık bir vücut. İşte bu büyük matematikçi Ramanucan'dı. Ramanucan'ın Cambridge, Trinity College'ın dış avlusundaki odası, sahibi kadar gösterişsizdi... Onunla beraber kalma ayrıcalığına eriştiğim kısa dönemde bile büyük dâhinin gösterişsiz kişiliğinden ve neredeyse boş duran raflardan şaşkına dönen ziyaretçilerinin "Büyük matematikçi siz misiniz?" diye sorduklarına defalarca tanık oldum. Elbette böyle bir sorunun muhatabı genellikle sandalyesine daha da bir gömülürdü. Ziyaretçi odadan ayrıldığında Ramanucan bana "Bu soruya verilebilecek uygun yanıtı ve bu yanıt verilirken takınılacak etkileyici duruşu bana söyleyebilir misin?" diye sorardı.

Ramanucan'ın aşırı hassas bir yapısı vardı. Hindistan'dan ayrılmadan önce bile ani "kayıplara karışmalarıyla" biliniyordu. Bir keresinde, 1916'da Cambridge'deki dairesinde Hintli dostlarını ağırlıyordu. Ramanucan iyi yemek pişirmesiyle hep gurur duyardı. Konukları Ramanucan'ın hazırladığı çok sayıda Güney Hindistan yemeğini yiyip teşekkürlerini ilettikten sonra Ramanucan biraz daha yemelerini istedi. Yemekte hazır bulunan hanımlar kibarca bu teklifi reddedince Ramanucan tek bir şey söylemeden taksiye atlamış, hakarete uğradığı hissiyle bir hafta boyunca Oxford'da kayıplara karışmıştı.

Ramanucan'ın defterindeki sonuçların büyük bir kısmının zaten bilinen şeylerin yeniden keşfi olması kaçınılmazdı. Hiç sistematik bir eğitimden geçmemiş ve iyi bir kütüphaneye erişimi olmamıştı. Hardy'ye kulak verirsek: "Ona modern matematiği öğretme yolunda neler yapılması gerekir? Bilgisinin sınırları en az derinliği kadar ürkütücü. İkili periyodikliğe ilişkin en ufak bir bilgisi olmadan eliptik modüler fonksiyonlarla, kompleks analiz üzerine çok belirsiz düşüncelere sahipken analitik sayılar kuramıyla çalışmış. Defterindeki sonuçların pek çoğu kanıtlanmamış, yalnızca 'akla yatkın' gibi görünmesi sağlanmış. Matematiksel kanıtın ne olduğuna dair düşünceleriyse tamamıyla muğlak."

Ramanucan'ın en çarpıcı buluşları arasında doğal sayıların bölüntüsüne yönelik olanlar bulunmaktaydı. Taksim fonksiyonunun asal sayılar ve üslerine göre basit eşleşim özellikleri olması gerek-

tiği savını ileri sürmüş, bunu da eliptik fonksiyonları kullanarak göstermişti. Ramanucan İngiltere'de geçirdiği beş yıl içinde pek çoğunu Hardy'yle beraber yazdığı yirmi bir makale yayımlamıştı. Bu makaleler içinde belki de en kayda değer olanı taksim fonksiyonunun asimptotik değeri için çok güzel bir ifade vermiş olduğu çalışmaydı. Fonksiyonun değeri mutlaka tam sayı olması gerektiğinden alacağı değerler tam olarak hesaplanabilecekti.

Ramanucan 1917'nin ilkbaharında ağır bir şekilde hastalanarak birkaç ay verem tedavisi gördü. Şimdiyse hastalığının hepatik amibiyaz olduğu düşünülüyor. Yazık ki sanatoryumun çok uzak bir yerde bulunması nedeniyle dostlarından ayrı düşmesi, buna ilaveten sıkı yemek rejimi ve hepsinden önce yemeyi kabul edeceği yemeklerin olmayışı Ramanucan'ı derin bir sıkıntıya soktu. Neville, bu durumda bile Ramanucan'ın İngiltere'ye gelmekle iyi yaptığını düşündüğünü söylüyordu. Bu arada Hardy, Littlewood'un da desteğini alarak Ramanucan'ın dehasının takdir edilmesi için elinden geleni yapıyordu. Bu çabalar sonucunda Ramanucan 1918'de Royal Society of London üyeliğine seçilmiş, Trinity College'da öğretim üyeliğine getirilmişti. Hemen sonrasında sağlık durumundan duyulan endişe nedeniyle Hindistan'a dönebilmesi için University of Madras'ta profesörlük beklentisiyle bazı düzenlemeler yapıldı. 1919'da Madras'a giden Ramanucan kısa bir süreliğine profesörlüğü aldı. Ancak sağlığı artık daha da kötülemişti. Tedavi görmeyi reddederek Madras yakınlarındaki Çetput'ta 26 Nisan 1920'de otuz iki yaşında yaşama veda etti. En son ana dek matematiğe tutkuyla bağlı kalmaya ve ölüm döşeğinde bile önemli yeni sonuçlar elde etmeye devam etti.

Ramanucan'ı yakından tanıyan Neville onun kişiliğini şu sözlerle özetlemişti: "Ramanucan, çok terbiyeli, basit, kavgadan uzak duran, şöhretten şımarmamış, herkesle iyi geçinmeye çalışan ve kendini her şeyden çok dostlarına adamış büyük bir matematikçi olduğu kadar da sevilen bir adamdı." Hardy ise şöyle demişti: "Bir istisna dışında dünyadaki herkesten çok ona minnet borçluyum. Onunla yaptığım arkadaşlık hayatımın en duygusal olayıdır." Tüm bunlara karşın, Ramanucan'ın matematiksel gücünün kay-

nağı gizemini korumaya devam ediyor. Olağanüstü bir hafızanın bunda belirli bir rolünün olduğu besbelli ama tam olarak hangi kitapların onun eline geçtiği ve bu kitaplardan ne öğrendiği bilinmezliğini sürdürüyor. Bunu sormak da kimsenin aklına gelmemiş. Ramanucan'ın kendisi ise olağanüstü güçlerini ailesinin tanrısal varlığı, tanrıça Namagiri'yle ilişkilendiriyordu. Koyu bir dindar olan Ramanucan tutkusunu inancıyla birleştiriyordu. Bir keresinde bir arkadaşına şöyle demişti: "Tanrı'nın bir hükmünü dile getirmedikten sonra bir denklemin benim için hiçbir anlamı yok."

Richard Courant (1888-1972)

Sıradaki yaşam öykümüzün kahramanı, Klein'ın hayalindeki Göttingen matematik kurumunu gerçeğe dönüştüren, Naziler büyük ölçüde buna bir son verdikten sonra Amerika Birleşik Devletleri'nde yeniden işe koyularak benzer bir kurumu New York'ta geliştirme çabasından başarıyla ayrılan biri. Kendisinden önce Mittag-Leffler, Klein ve Veblen'in de olduğu gibi o, öğretmen ve araştırmacı kişiliğiyle dikkate değer biri olsa da bundan daha da önemlisi işlerin gerçekleştirilmesinde yol gösterme, etkileme ve organize etme becerisiyle öne çıkan matematikçi tarzının bir örneği.

Richard Courant 17 Şubat 1888'de yukarı Silezya'daki küçük Alman kasabası (şimdi Polonya sınırları içinde) Lublinitz'de dün-

yaya geldi. Babası Siegmund ve annesi Martha, Siegmund'un babasının evinde diğer akrabalarıyla birlikte yaşıyordu. Richard'ı bir yıl sonra çiftin ikinci oğulları Fritz, ondan iki yıl sonra da üçüncü oğulları Ernst izledi. Bu sırada Siegmund küçük yaşlardan beri içinde olduğu aile işinden ayrılarak yakınlardaki Glatz kasabasında kendi işini kurdu. Aile ilk önce Glatz'a, ardından da 1895'te eyalet başkenti Breslau'ya taşındı. Okul yaşamı Glatz'da başlamış olan geleceğin matematikçisi burada *gymnasium*'a gitti. Ne var ki Siegmund'un da hâlâ bir parçası olduğu aile işinde bazı sıkıntılar yaşanınca Siegmund iflas etti. O andan itibaren Richard'ın ebeveynleri büyük darlık içinde yaşamak zorunda kaldı. Richard, henüz öğrenci olmasına karşın özel dersler vererek geçimini sağladı. Bu konuda hayli başarılı olan Richard, ailesi Berlin'e taşındığında Breslau'da kalmayı tercih etti.

Genç Courant bir süredir üniversitede derslere katılıyordu. Okuldan mezun olur olmaz üniversitenin devamlı öğrencisi oldu. İlk başta fizik alanında uzmanlaşmak isteyen Richard eğitimin eski tarz ve kötü olduğunu görünce matematiğe geçiş yaptı. Richard buradaki eğitimi de ufuk açıcılıktan uzak bulmuştu. Üniversitenin eski bir öğrencisi ve o dönem Georg-August'ta *privatdozent* olan Otto Toeplitz'e danışmasının ardından Richard bu üniversiteye geçiş yapmaya karar verdi. Öncesinde Hurwitz'in derslerine katıldığı Zürich'te bir dönem geçirdi. Hurwitz, Hilbert'in de kendisinden çok şey öğrendiği biriydi. 1907'ye gelindiğinde Courant Georg-August'a gelmiş, çok geçmeden de Hilbert'in büyüsüne kapılmıştı.

Göttingen genellikle cennet gibi küçük bir kasaba, bir ortaçağ şiiri gibi tasvir edilmiş ve kesinlikle çok güzel bir bölgede yer alıyor olsa da bölgedeki deri sanayiinin çıkardığı koku her yere hâkimdi. Courant gibi yoksul bir öğrencinin yaşam koşulları pek de cennet gibi sayılmazdı. Odalar kirli, yemekler kötü, yıkanma olanakları kısıtlıydı. Üniversitenin bir öğrencisi durumu "Genellikle Leine'de yıkanırdık. Banyo yapmanın doğru düzgün tek yolu da buydu. Bu arada Leine de öyle pek temiz bir nehir sayılmazdı," şeklinde özetlemişti. İlk başlarda kendini yalnız hisseden Courant'ı derslerin kalitesi de hüsrana uğratmıştı. Hilbert, Courant'ı matematik-

sel fiziğe ilişkin seminerine dahil ettiğinde durum değişti. Bunun anlamı Courant'ın da belirli bir konu üzerinde konuşma yapması gerektiğiydi. Courant, elektrostatik kuram ve ilgili elektromanyetik olaylara ilişkin bir konuşma yapacaktı. İlk denemesi pek başarılı geçmese de en azından Courant orada bulunanların dikkatini çekmişti. Ertesi hafta yaptığı ikinci denemesinde konuşması hoşa gitmiş, Courant da artık kendini iyi hissetmeye başlamıştı. Hilbert, Klein buna karşı çıksa da Courant'ı Mathematische Gesellschaft'ın haftalık toplantılarına davet etti.

Courant'ın bu aşamada en büyük arzusu Hilbert'in özel asistanı olarak işe alınmaktı. Hayli mütevazı olan bu görevin esas çekici yanı ustayla yakın ilişki içinde bulunmak, ona ve Minkowski'ye Göttingen ormanlarında yaptıkları yürüyüşlerde eşlik etme ayrıcalığına sahip olmaktı. Hilbert ile Minkowski bu yürüyüşlerde yalnızca matematik değil türlü türlü felsefi, sosyal ve politik problemler üzerine konuşurlardı. 1908'de bu göreve getirilecek birine ihtiyaç duyulunca bu ayrıcalığa kavuşmak isteyen çok fazla kişi oldu. Mutlu sona Courant ulaştı. Courant daha sonra bu görev için "Yaşadığım en büyük talih," diyecekti. Hilbert'in analiz üzerine ders verdiği o dönemlerde Courant'tan ders için literatür araştırması yapması ve daha sonra bunları kaleme alması bekleniyordu.

Courant'ın doktora tezinin başlığı "Dirichlet İlkesinin Açıkorur Gönderim Problemlerine Uygulanması Üzerine" idi. Ne yazık ki uniformizasyona ilişkin her şeyi, diğer insanların düşüncelerini aşırma konusunda kötü bir üne sahip Paul Koebe kendine mal etme eğilimi içindeydi. Bu sefer de durum farklı değildi ama yine de Courant doktora derecesini alabildi. Courant bir yıllık zorunlu askerlik hizmetini yapmaya hazırlanırken Koebe başka bir yerde profesör olmak için Göttingen'den ayrıldı. Ordudaki hayat, kendisi de bu işe şaşırmış olsa da Courant'ın hoşuna gitmişti. Bir yıl sona erdiğinde Marburg'dan gelen cazip bir teklif olmasına karşın Courant Göttingen'e döndü. Courant 1912'de *Habilitasyonu* için varyasyonlar analizi, özellikle de tartışmalı Dirichlet ilkesi üzerinde durduğu bir tez hazırladı. Courant hemen sonrasında Nelly Neumann adında kendinden iki yaş büyük bir matematikçi öğre-

tim üyesiyle evlendi. Nelly mali yönden, Courant'ın tüm kaygılarını sona erdirecek kadar iyi durumdaydı.

Birinci Dünya Savaşı başlayınca Courant kendini yeniden orduda buldu. Pek çok genç adam gibi Courant da ülkesine hizmet etmek için can atıyor, savaşın kısa sürede Almanya'nın zaferiyle sonuçlanacağını bekliyordu. On iki ay sonra bir çarpışma sırasında yaralanmış, nekahet döneminde kendisini ziyarete gelen karısının boşanmak istediğini öğrenmişti. Courant birkaç ay sonra yeniden ordudaki görevinin başındaydı. Artık piyade değil telgraf aracılığıyla sahra haberleşmesini sağlayan bir sistem üzerinde çalışan biriydi. Sistem en nihayetinde orduda kullanıldı. Courant'ın kardeşi Ernst bir çarpışmada yaşamını yitirdi.

Boşanmanın gelip geçmesinin ardından Courant, daha çok Nina olarak bilinen Nerina Runge'ye âşık oldu. Courant ile Nina 22 Ocak 1919'da evlendi. Nina'nın ailesinde seçkin akademisyenler bulunuyordu. Babası, Alman üniversitelerinde göreve getirilen ilk uygulamalı matematik profesörüydü ve evliliğin gerçekleştiği dönemde Georg-August rektörüydü. İlk başta Courant'ın Yahudi ve daha önce boşanmış olmasından dolayı Göttingen çevresi bu evliliği onaylamamıştı. Courant'ın gösterişsiz Nelly'yle birlikte tutkularını daha ileriye götüremeyeceğine karar verdiği söyleniyordu. Courant tüm yaşamı boyunca hovardalık yapmaya devam etse de ikinci evliliği iyi gitmişti.

Savaş sonrası dönemde Göttingen'de savaştan dönmüş çok sayıda öğrenci vardı. Artık *privatdozent* olmuş Courant da bu öğrenciler nedeniyle epey yoğundu. Klein'ın önerisiyle kent meclisi seçimlerine giren Courant seçilmeyi başardı. Courant, özellikle bilim ve üniversitenin etkilenmesi söz konusu olduğunda her zaman politikayla ilgilenmişti. Aynı zamanda bilimsel yayınlarla da ilgileniyordu. Bilimsel ilerlemenin yalnızca dergilerde yayımlanan özel makalelerle değil müstakil monografi ve yazarın araştırmalarının geniş bir literatür taramasıyla birleştirildiği ileri düzeyde ders kitaplarıyla da sunulması gerektiği düşüncesindeydi. Henüz savaş sona ermeden matematiğin fizikle kurduğu bağların ele alınacağı bir dizi kitabın yayımlanması için Springer Yayınevi'yle

temasa geçti. Bu düşünce ünlü *Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften* (Matematiksel Bilimlerin İlkeleri) şeklinde gerçeğe dönüştü. Courant uzun yıllar bu serinin editörlüğünü yaptı.

Klein 1913'te emekliye ayrılınca kürsüsüne önce Constantine Carathéodory daha sonraysa 1919'da Hamburg'a giden Erich Hecke sahip oldu. Hecke'nin ayrılmasıyla Göttingen'deki kürsü bir kez daha boş kalmıştı. Klein ve Hilbert bu kürsüde Courant'ın görevlendirilmesini istiyordu. Ne var ki, eğitim bakanlığı kurum içi bu tür bir terfiye onay vermediğinden Courant'ın yeniden Göttingen'e dönme şartları olgunlaşana dek yakınlardaki Münster'de Killing'in ardılı olması uygun görüldü. Bir yıldan az bir sürede de bu gerçekleşti. Klein yaşlı ve bıkkın olmasına karşın hâlâ işleri yoluna koymayı başarabiliyordu.

Courant çok geçmeden Klein'dan "matematiksel düzenlemeleri" devraldı. Georg-August'a Emil Artin ve Carl Ludwig Siegel gibi olağanüstü yetenekli genç insanları çekmeyi başarmakla kalmayıp kürsü sahibi olmak için başka yerlere gidenlerin bazılarını da yeniden kazandı. Oybirliğiyle o zamanlar Zürich'te olan Hermann Weyl öncelikliydi. Daha 1918'de felsefede bir kadro boşaldığında Courant Weyl'i buraya aldırmaya çalışmış ama başarılı olamamıştı. Yine de dört yıl sonra matematik bölümünde yeni bir kürsü açılması için Courant görüşmeler yapmış, açılan kürsü Weyl'e teklif edilmişti. Bu sırada Almanya'da enflasyon başını alıp gitmişken politik durum da hayli belirsizdi. Her zamanki gibi Weyl kararsızdı. Uzun bir bekleyişten sonra Weyl kabul ettiğini bildirmek üzere telgrafhaneye gitmek için yola koyuldu. Telgrafhaneye gidene kadar kararını değiştirerek teklifi reddettiğini bildiren bir telgraf çekti.

Almanya ekonomik ve politik kargaşa batağına saplanırken Courant meslek yaşantısının en üretken dönemlerinden birini yaşıyordu. Hilbert'le ortak bir çalışma yapma düşüncesinde olsa da ilk işbirliği yaptığı Hurwitz oldu. Aslında, Hurwitz 1919'un sonlarında yaşamını yitirince Courant, Hurwitz'in ders notlarının mutlaka Zürich'teki öğrencilerden daha geniş kesimlere yayılması gerektiğine karar verdi. Gerçi Courant, Hurwitz'in notlarının ufuk

açıcı olmak için fazlasıyla nazik olduğunu düşünüyordu. Notlar fonksiyon kuramı üzerine Weierstrass ruhuna uygun olarak verilmiş derslere aitti. Anlaşılması kolay, kesin, açıklığıyla ve estetik kalitesiyle dikkate değer notlardı. Courant bir yandan bu notlara hayranlık duyarken bir yandan da bunların analitikten çok geometrik, aksiyomatikten çok sezgisel Riemann'cı yaklaşımla dengelenmesi gerektiğine inanıyordu. Bu nedenle Courant çalışmaya soyut matematikten çok fizikten esinlenilmiş bir bölüm ekledi. Bir okuyucu şöyle demişti: "Eser sanki ince sezgisel yetenekler bahşedilmiş ama disiplinden ve güveni meydana getiren ciddi algıdan yoksun birinin çalışmasıymış gibi görünüyor." Bununla birlikte bir diğer okuyucu ise eserin, okuduğu en iyi şey olduğunu belirtmişti.

Bunun sonrasında Courant, *Grundlehren* serisinden çıkan *Methoden der Mathematischen Physik* (Matematiksel Fizik Yöntemleri) kitabını tamamladı. Her yerde "Courant ve Hilbert" adıyla tanınacak olan bu kitabın yazımı için Courant 1918'de Hilbert'e beraber çalışmayı önermişti. Hilbert eski öğrencisinin yazmakta olduğu kitapla ilgilense de kitabın yazımında aktif olarak yer almadı, ilgi alanı belirgin bir kesinlikle fizikten matematiğin temellerine kaymıştı. Matematiksel yöntemler fiziğin elastisite, akustik, hidrodinamik ve diğer klasik konularından kaynaklananlardı. Matematikçilerin ellerinde –kökleri fiziksel sezgiye dayanan– bu yöntemler genel kuramlarla desteklenen eksiksiz araçlara dönüşmüştü. Kitap, Hilbert'in derslerine olduğu kadar Courant'ın kendi incelemelerine de dayanıyordu.

Courant'ın amacı, geliştirilmiş bu araçları kendi çalışmalarında kullanmaları için yeniden fizikçilere sunmaktı. Ne var ki, kitap ilk yayımlandığında fizikçilerden çok matematikçilerin ilgisini çekmiş gibiydi. Kitaptaki fizik, 1924'te kuantum kuramını anlama çabasındaki fizikçiler için epeyce eski modaydı. Akıllara soyut matematik için yapılan "Fiziğin, artık fizikçilerin ilgilenmediği alanları" şeklindeki tanımı getirmişti. Yine de Courant kitabın matematikçiler kadar fizikçiler için de önemli olacağına inanmıştı. Çok geçmeden de haklı çıktı. 1926'da Schrödinger dalga mekaniği kuramı ortaya atıldığında yeni kuram için gereksinim duyulan matemati-

ğin "Courant ve Hilbert"te kullanılabilir şekilde yer aldığı anlaşıldı. Courant pek çok kitabın yazarı ya da yardımcı yazarı olsa da "Courant ve Hilbert" onun başyapıtıydı.

Courant aynı zamanda eğitim yöntemlerini geliştirme konusunda bir şeyler yapmak için de çok hevesliydi. O dönemde diğer Alman üniversitelerinde olduğu gibi Georg-August'ta da sistem profesörlerin ders anlatması, öğrencilerin de not tutması ya da yalnızca dersi dinlemesi üzerine kurulmuştu. Ders kitapları pek kullanılmazdı. Öğrenci birkaç yıl sonra devletin yaptığı öğretmenlik sınavı ya da üniversitenin yaptığı doktoraya giriş sınavıyla karşılaşana dek hiçbir sınava girmez ya da sınamaya tabi tutulmazdı. Courant, derslerle aynı zamanda gerçekleştirilen *Anfangerpraktikum* (yeni başlayanlar için deneyim dönemi) uygulamasını başlattı. Sayıları yaklaşık yüzü bulan öğrencilere bir kâğıdın iki yüzünü kaplayan problemler veriliyordu. Bu problemlerden bazıları ders konularına ilişkin bilginin yanı sıra yaratıcı düşünme becerisi de gerektiriyordu. Bunun üzerine dersi veren profesör yanına daha üst sınıftan öğrencileri de alarak bir konferans düzenliyor, çeşitli yaklaşım noktalarını göstererek problemler üzerine konuşuyordu. Daha sonra üst sınıf öğrencileri yeni başlayan öğrencilerle birlikte *Praktikum*'da problemlerin üzerinden geçerken birbirleriyle de tanışmış oluyorlardı. Kaleme alınan çözümler notlandırılıyordu. Birlikte çalışmalar özendirilirken devam tamamıyla isteğe bağlıydı. Courant'ın yaptıkları devrimsel nitelikte görünmeyebilir ama yine de öğrencilerin yetiştirilmesinde çok büyük gelişmeler sağlamıştı.

Courant, Georg-August'taki araştırmayla birleşen matematiksel-fiziksel eğitim geleneğinin neredeyse tamamen Klein'ın kişisel eseri olduğuna inanıyordu. Klein, Courant'ın gözünde Hilbert'ten sonraki ikinci büyük kişiydi. Klein, Georg-August'un Birinci Dünya Savaşı'nın ertesinde yeniden önemli bir merkez haline gelişini görecek kadar uzun yaşamıştı ama ölümünün ardından yeni bir enstitü kurma planı gerçekleştirilemez gibi görünüyordu. Ancak ölümünün birkaç ay sonrasında beklenmedik bir fırsat doğdu. Kent yönetimi bir liseyi mevcut yerinden uzağa, fizik enstitüsünün yakınlarında yeni bir alana taşımak istiyordu. Üniversite ara-

ziyi sağladığı takdirde devlet bu yeni kurumun binasını inşa etme niyetindeydi. Kent yönetimiyse yeni okulun yapımı için gerekli parayı üniversitenin bulması halinde üniversitenin, eski binanın bulunduğu araziyi almasına izin verecekti. Bu noktada Courant, Paris'teki Institut Henri Poincaré'nin yapımına maddi destek veren Rockefeller Foundation'ın kapısını çalmaya karar verdi. Courant günü geldiğinde işine yarayabileceğini düşündüğü kişilerle tanışmak için her fırsatı değerlendiren biri olduğundan New York'ta da bazı bağlantıları vardı. Çok geçmeden Courant yeterli miktarda maddi yardımın verileceği haberini aldı. Diğer kaynaklardan gelen ödeneklerle birleştirildiğinde bu yardım Klein'ın ölümünün üzerinden geçen yalnızca on sekiz ay sonra projenin sürdürülebilmesine olanak sağlayacaktı. Yeni enstitünün resmi açılışı 2 Aralık 1929'da gerçekleşti. Courant mütevazı bir şekilde bunun Klein'ın eseri olduğunu teslim etse de Hilbert ve diğerleri Courant olmadan bu projenin asla hayata geçirilemeyeceğini biliyordu.

Enstitünün açılmasından kısa bir süre sonra Hilbert emekliye ayrıldı. O zamana gelindiğinde Courant'ın öğrencilik yıllarının kahramanlarının hepsi öğretim kadrosundan ayrılmıştı ama yerlerine gelenler de en az onlar kadar başarılıydı. Otuzlu yaşlarının sonlarına gelen Courant da içinde bulunduğu durumdan hoşnuttu. Üniversitede profesör, o dönemin Almanya'sında özellikle de Göttingen gibi küçük bir kasabada huzur ve güven içinde yaşayan, saygı gören biriydi. Ev yaşantısı da hayli doyurucuydu. Evdeki iki hizmetli, karısı Nina'nın ev işleri ile çocukların büyütülmesindeki sorumluluğunu büyük ölçüde hafifletiyordu. Nina'nın müziğe karşı müthiş bir yeteneği vardı. Koro şefliği yapan Nina, yaylı çalgılarda büyük bir ustalığa sahipti ve iyi bir oda müziği solistiydi. Courant da daha çok notasız çalsa da iyi bir piyanistti. Courant öğrencilerini evinde düzenlediği müzik gecelerine davet ederdi. Her yıl ailecek İsviçre'ye kayak yapmaya gidiyor, çoğu zaman da bazı asistanları beraberlerinde götürüyorlardı.

Courant çoğu insanın kendisine onun tabiriyle "hasmane" davrandığını düşünüyordu. Elde ettiği başarılar karşısında kıskançlık duyanlar olsa da yaptığı sessiz ve dolaylı konuşmalarla ya da düpedüz kararsızlıklarıyla insanların kafasında gerçekten neyi

kastettiğine dair şüpheler uyandıran rahatsız edici bir yanı vardı. İki kişi arasında kasten husumet yaratacağını bile bile bir şekilde bundan yararlanmak için insanların belirli durumlarda nasıl davranacağını incelemeye bayılıyordu. Yine de birilerine yardımcı olmak için sık sık bundan farklı davrandığı da olurdu. Onu destekleyenlerin ona karşı duyduğu bağlılık çarpıcıydı. Courant oldukça kısa boyluydu. Görünürlerde olmasa bile kendisinin peşine düşen bir grubun içinde nerede durması gerektiğini söylemesi beklenmedik bir durum değildi.

Yayın hayatına gelince, Springer Yayınevi'yle içine girdiği başarılı işbirliği gelişmeye devam ediyordu. "Courant ve Hilbert"in ikinci cildini hazırlamaya girişmişti. Verdiği analiz derslerini, analiz ve uygulama alanları arasındaki yakın ilişkiye vurgu yaparak yayımlanmak üzere kaleme aldı. Bu işte büyük ölçüde asistanlarına bel bağlamıştı. Hatta bu işi büyük ölçüde bizzat ele almadığına ilişkin söylentiler dolaşıyordu.

Tüm bunlar olurken fizikçilerin "Courant ve Hilbert"teki matematiksel yöntemlere gereksinim duymaya başladığı bir sırada Courant, heyecanlı bir beklemeye yol açacak farklı bir konu üzerine yoğunlaşmıştı. Courant, kesin sonucun zorlu kısmi diferansiyel denklem çözümleri gerektirdiği problemlere yaklaşık çözümler getiren ve mühendislerin uzun zamandır kullandıkları özel bir yöntem üzerinde çalışıyordu. Courant bu düşünceyi, sonlu fark yöntemini yalnızca yaklaşık çözümler değil kesin çözümler de verebilecek hale getirene dek kafasında evirip çevirdi ya da en azından kesin çözümlerin var olduğunu ortaya koydu. Bu çalışmanın, İkinci Dünya Savaşı'nda hesap yapma kapasitesinin geliştirilmesinde yaşamsal bir öneme sahip olduğu görüldü.

O zamana dek Avrupa'dan hiç ayrılmamış olan Courant'a şimdi bir dizi konuşma yapması için Amerika'dan davet geliyordu. Uzun yıllar Amerikalı öğrenciler eğitim almak için Avrupa'ya geliyor, özellikle matematikçiler Göttingen'e büyük ilgi duyuyordu. Bu sayede Courant yeni dünyada pek çok bağlantıya sahip olmuştu. Courant konuşmalarını Ivy League,* orta batı ve çok sayıda eski Göttingen

* Aslında bir spor birliği olarak kurulan ancak daha sonra farklı anlamlar kazanan, ABD'nin kuzeydoğusundaki sekiz üniversitenin oluşturduğu birlik. (ç.n.)

öğrencisi ile Göttingen'e gelmiş konukla karşılaştığı Kaliforniya üniversitelerinde gerçekleştirdi. Rockefeller Foundation yetkilileriyle ilişkilerini tazelemeye özel bir önem verirken bir yandan da ileride yararlı olabilecek başka Amerikalılarla da tanıştı. Courant aynı zamanda işe gereksinim duyan Göttingen'li bazı yetenekli genç insanlar için uygun fırsatlar kolluyordu. Ne var ki tüm bunlar ekonomik buhranın en kötü dönemlerinin yaşandığı 1932'de gerçekleşiyordu. Almanya'da da endişe verici politik bir durum söz konusuydu. Matematik enstitüsü kurumsal olarak serbest düşüncenin güçlü bir savunucusu olsa da bunun Göttingen kasabası ve hatta bir bütün olarak üniversite için geçerli olmadığı açıktı.

Daha önce gördüğümüz gibi Naziler 1933'te iktidara geldiğinde Hitler'in ilk icraatı bazı istisnalar dışında "Ari ırktan olmayanları" kamu hizmetinden uzaklaştıran *Reichsgesetze*'yi ilan etmekti. Courant açığa alındı. Gazi olduğu için emekli olmaya zorlanmadı. Bu durum daha sonra Courant'ın aleyhine gelişecekti çünkü diğer Yahudi matematikçiler gibi göç etmesi gerektiğine karar verene dek Almanya dışındaki çekici pozisyonların pek çoğu kapılmıştı. Courant, Kemal Atatürk'ün İstanbul'da kurmak istediği dünya ölçeğindeki üniversiteye gelmesi için Türkiye'den teklif aldı. İngiltere'de konuk öğretim üyesi olarak Cambridge'de bir yıl geçirdi ama üniversiteyi pek umursadığı yoktu. Pek çok meslektaşı gibi o da Amerika'da bir şeyler bulabilmenin peşindeydi. İlişkilerini kullanarak bulabildiği en iyi seçenek New York University'de iki yıllık bir görevlendirmeydi. NYU bugün üst sınıf bir uzmanlık merkezi olsa da o günlerin üniversitesini Courant şöyle aktarmıştı: "Almanya'da alışık olduğumdan çok farklı bir yer. NYU'da gerçekten bilimsel hiçbir şey yok."

Yine de Courant kolayca yılgınlığa kapılacak biri değildi. Birleşik Devletler'e gelmesinin ardından ailesini Long Island'da bir eve yerleştirdi. Kalabalık bir üniversite olan NYU'daki öğrencilerin çoğunluğunu Doğu Avrupa'dan göç etmiş Yahudilerin çocukları oluşturuyordu. Courant lisansüstü çalışma yapmak için başvuruda bulunanların bilgi açısından genellikle çok zayıf olduklarını görüyordu. Gene de Courant New York'un büyük bir yetenek deposu olduğu düşüncesiyle bundan yararlanmak için yola koyuldu.

Courant'ın gösterdiği çabaları destekleyen NYU rektörü kısa bir süre sonra geçici görevlendirmeyi kalıcıya çevirdi. Bu arada Courant'a özel bir kini varmış gibi görünen Alman devleti, kırk altı yaşında zorunlu emekliliğe sevk ederek Courant'ın Georg-August'ta askıya alınan görevine son verdi. Dostları, Courant'ın işleri organize etmeye başlamadan Amerikalıların tarzını öğrenmesi konusunda ısrarcı olsalar da NYU'daki yetersiz matematik kütüphanesi karşısında ümitsizce beklemek Courant'a göre değildi. Kendi kitaplarını kütüphaneye bağışlayan Courant, Alman dergilerine ve diğer bazı güncel serilere aboneliğin sağlanması için de mültecilerin Almanya'da bırakmak zorunda kaldıkları paranın bir kısmının bu işte kullanılmasına çalıştı. Yine de adının bu işin içinde duyulmamasına dikkat ediyordu.

1936'ya gelindiğinde Courant'ın grubu Graduate Center of Mathematics'in çekirdeğini oluşturuyordu. Courant, Almanya'da ardında bıraktığı enstitünün bir benzerinin Amerika'da kurulmasının mümkün olabileceğini düşünmeye başladı. O yaz Oslo'da düzenlenen uluslararası kongrede Amerika'ya gelebilecek olası meslektaşlar arama fırsatını yakaladı. Hayli yetenekli iki genç matematikçiyi de kadrosuna katmayı başardı. Bu matematikçiler Alman K. O. Friedrichs ve Amerikalı J. J. Stoker'dı. Eski dostlarını görebilmek için kendisini tehlikeye atarak Almanya'ya gitti ama Göttingen'e uğramadı. Durum daha da kötüleştiğinden umutsuzluğa düşmüş insanlar Courant'tan yardım talep ediyor, onun artık tüm ipleri elinde tuttuğu bir pozisyonda olmadığına inanamıyorlardı. Almanya'da artık Emil Artin durumunda olduğu gibi Yahudi bir eşe sahip olmak bile Nazilerin dikkatini çekmeye başlamıştı. Yeni bir göç dalgası yoldaydı.

Courant zamanının ve emeğinin büyük kısmını Graduate Center'ın kurulmasına harcasa da bir yandan da kitaplar yazıyordu. Harold Robbins'le birlikte kaleme aldığı popüler eser *Was ist Mathematik?* (Matematik Nedir?) tam bir başarıya ulaşmıştı. Courant ayrıca "Courant ve Hilbert"in ikinci cildini tamamlamaya çalışıyordu. Friedrichs bu işte esaslı bir rol oynayacaktı. Ancak Amerika, İkinci Dünya Savaşı'na girince bu tür projelerin bir

yana bırakılması gerekti. Birinci Dünya Savaşı'nda Almanya adına çarpışmış olan Courant ikinci savaşta yeni ülkesine hizmet etmekten geri durmadı. NYU'daki sınıf mevcutları giderek küçülürken Graduate Center ise şok dalgaları matematiği gibi savaşla ilintili işlerin projelerini kazanıyordu. Courant mesleği pahasına bu araştırmada önemli rol oynadı.

Savaşın ardından Courant Almanya'ya yeniden gitti. Savaş sonrası yeniden kapılarını açan ilk Alman üniversitesi Georg-August'un bulunduğu Göttingen'e duygusal bir ziyaret gerçekleştirdi. Bunun öncesinde Courant'ın Amerika'daki meslek yaşantısı NYU'da Institute for Mathematical Sciences'ın kurulmasıyla taçlanmıştı. Bu yeni kurum çok geçmeden tüm dünyada Courant Institute adıyla tanınacaktı. Enstitünün açılışı 29 Kasım 1954'te Göttingen'deki benzerinin açılışından neredeyse çeyrek yüzyıl sonra gerçekleşmişti. Göttingen'deki açılış sırasında orada bulunanlardan Hilbert'in "Bunun gibi bir enstitü daha olmayacak! Böyle bir enstitünün daha var olabilmesi için başka bir Courant daha olması lazım!" dediğini hatırlayanlar var.

Courant beş yıl boyunca enstitünün yöneticiliğini yaptı. Göttingen'deki enstitünün yöneticiliğini de tam bu kadar sürdürebilmişti. Courant 1958'de emeklilik yaşı yetmişe vardığında bir heyetin kendisine gelerek devam etmesi için ricada bulunacağını bekliyordu. Bu, aslında mümkün değildi ama yine de yeni birinin görevi üstlenmesinin zamanı zaten gelmişti. Yeni yönetici Stoker oldu. Courant Institute'ta artık önemli matematikçilerden oluşan çekirdek bir kadro oluşmuştu. Bu ekibin içinden dokuz kişi daha sonra National Academy of Sciences üyeliğine seçilecekti. Stoker'ın yönetimi altında araştırma ve lisansüstü programında çarpıcı bir gelişme yaşanmış, 1965'te de enstitü Washington Square yakınlarında on dört katlı bir binaya taşınmıştı. Enstitü bünyesinde bilimci, yönetici ve diğer çalışanlardan oluşan 346 kişi çalışmaktaydı.

Friedrichs'in katkılarıyla "Courant ve Hilbert"in ikinci cildi tamamlanmış, üçüncü cildin yazılması için planlar yapılıyordu. Ancak organizasyon becerilerini kullanabileceği bir ortam sıkıntısı yaşayan Courant'ın enstitüye gelmesinin ve enstitüyü eskisi gibi

yönetmeye çalışmasının önüne geçilmesi gerekiyordu. Yetmişli yaşlarında bile Courant, meslektaşları ve öğrencilerle yayan ya da kayakla uzun gezintilere çıkıyordu. Seksenli yaşlarının başlarındaysa hâlâ enstitünün geleceğinden endişe ediyordu. Richard Courant 27 Ocak 1972'de iki ay öncesinde geçirdiği felcin ardından seksen dört yaşında yaşamını yitirdi. Karısı Nina, Courant'tan yaklaşık yirmi yıl sonra 1991'de yaşama veda ettiğinde yüz yaşındaydı.

Courant hayattayken Amerika Birleşik Devletleri, Almanya ve diğer ülkelerden çok sayıda ödüle layık görüldü. National Academy of Sciences of Washington'ın asli ve çok sayıda akademinin yabancı üyesiydi. Dolayısıyla bu kitapta yaşam öyküsüne yer verilen son Alman matematikçi daha önce değinilen matematikçilerden farklı bir biçimde de olsa en büyük matematikçilerden biridir. Mittag-Leffler örneğinde olduğu gibi Courant'ı da aslen bir matematik girişimcisi olarak tanımlamak mümkün. Matematik dünyasının bu tür işleri yapabilen insanlara gereksinimi var. Bunu da Richard Courant kadar iyi yapabilen yalnızca birkaç kişi olmuştur.

J. W. Alexander (1888-1971)

Yirminci yüzyılın ilk yarısı Princeton matematiğinin altın çağıydı. Bu durum özellikle topoloji için geçerliydi ve bu dönemin büyük bir kısmında Princeton'lı topologların prensi, James Waddell Alexander'dı. Alexander'ın ailesinde özellikle üç isim öne çıkmaktadır. Dördüncü kuşaktan dedesi James Waddell binlerce İrlandalı'nın on sekizinci yüzyılın başlarında Virginia'daki Shenandoah Valley'e göç etmesini sağlamış ünlü bir vaizdir. Kör olan James Waddell halkı için çok sayıda Presbiteriyen kilise ve okul kurmuştur. Üçüncü kuşaktan dedesi Archibald Alexander ise Princeton Theological Seminary'nin kadrosundaki ilk profesör olmuş ve kurumun 1812'deki kuruluşundan 1851'de yaşama veda

edene dek yöneticiliğini yapmıştır. Princeton'da Alexander Road (Alexander Caddesi) ve kampüsteki Alexander Hall binasına onun adı verilmiştir. En büyük oğlu James Waddell Alexander da önemli Presbiteriyenlerdendir. 1849'dan on yıl sonraki ölümüne değin New York'taki Fifth Avenue Church'ün papazlığını yapmış, varlıklı, liberal ve nüfuz sahibi bir cemaate hizmet etmişti. Kiliseye mensup kişilerden biri Amerika'da hâlâ önemli bir hayat sigortası şirketi olan Equitable'ın kurucusuydu. Alexander ailesinden pek çok kişi bu şirkette yüksek düzeyli görevlerde bulunmuştur.

Geleceğin matematikçisinin annesi Elizabeth de Equitable'da müdür ya da müdür yardımcılığı yapmış çok sayıda aile üyesinden birinin kızıydı. Elizabeth, Pittsburgh'lu John White Alexander'la evlendi. Aynı soyadını taşımalarına karşın akraba değillerdi. John White henüz bir çocukken sanat alanında umut vaat eden biriydi (ailesinin ölümü üzerine bir iyiliksever tarafından evlat edinilmişti). Avrupa'da resim eğitimi aldıktan sonra ilk çalışmalarını 1890'a dek Amerika'da sonra da 1901'e dek Paris'te sürdürmüş, en sonunda yeniden Amerika'ya dönmüştü. Aldığı çok sayıda portre ve duvar resmi siparişleriyle yirminci yüzyılın ilk yıllarında Amerika Birleşik Devletleri'ndeki en önemli sanatçılar arasına girmiştir. Alexander'lar hem Fransa'da hem de Amerika'da sosyal olarak öne çıkmış kişilerdi. Claude Debussy, Henry James, Stéphane Mallarmé, Auguste Rodin, John Singer Sargent ve daha pek çok isim Paris'teki yakın çevrelerinde bulunan kişilerdi.1930'ların sonlarında artık kocası hayatta olmayan Elizabeth Alexander'ın evi New York sanat çevresinin buluşma yeri olarak bilinirdi.

Çiftin tek çocuğu, geleceğin matematikçisi tam adıyla James Waddell Alexander II, 19 Eylül 1888'de New Jersey, Sea Bright'ta dünyaya geldi. İlk eğitimini Paris'te ve New York'taki Browning School'da gördü. 1906'da Princeton University'ye kabul edilen Alexander matematik ve fizik bölümlerinden 1910'da mezun olurken ertesi yıl da yüksek lisans derecesini aldı. James gençliğinde Shaw'cu politik görüşleriyle uyumlu olacak biçimde "kızıl kum" rengindeki sakallarını uzatır, Nassau Street'teki (Princeton'ın anacaddesi) gösteri yürüyüşlerine katılır, New Jersey eyaletinin merke-

zi Trenton'da kurulan halka açık kürsülerden konuşmalar yapardı. Babasının yaptığı, büyüme çağına ait çok sayıda portresi vardı.

1910'a gelindiğinde Alexander, Veblen'in koruması altına girmişti bile. Princeton'da yaptığı bir yıllık öğretim üyeliği görevinden sonra 1912'de Paris ve Bologna üniversitelerine ziyaretlerde bulunmak için Avrupa'ya gitti. Alexander'ın Paris'te Hadamard'ı, Bologna'da da Enriques'i görmüş olması muhtemel. Princeton'a dönmesinin ardından Alexander gecikmiş doktora tezini yazmaya koyuldu. Doktorasını İsveç kökenli Amerikalı matematikçi T. H. Gronwall yönetimi altında yapıyordu. Anlaşılan Veblen, Alexander'a topoloji gibi yeni bir konuda tez yazdırmanın tehlikeli olabileceğini düşünmüştü. Bu nedenle Alexander tezini *schlicht* (tek değerli) fonksiyonlar üzerine yazdı. "Functions which Map the Interior of the Unit Circle upon Simple Regions" (Basit Alanlar Üzerindeki Birim Çemberin İçini Eşleyen Fonksiyonlar) başlıklı tez kompleks analizde önemli bir öncü çalışma olacaktı. Mittag-Leffler'in Stockholm'deki araştırma grubunun bir üyesi olan Gronwall 1913-14 döneminde Princeton'da ders vermeye başlamış, ertesi yıl da yardımcı doçentliğe getirilmişti. Alexander'ın 1915'te doktorasını aldığı tez *Annals of Mathematics* dergisinde yayımlandı. Alexander, Zuethen-Segre değişmezinin cebirsel yüzeyler için topolojik olarak türetilmesi ve Cremona dönüşümleri için Noether teoreminin ispatı gibi cebirsel geometri araştırmaları da yayımladı.

Alexander topolojik incelemelerine başladığında Poincaré'nin konuyu düzenleme girişiminin tamamlanmasının üzerinden yalnızca on yıl geçmişti. Brouwer konunun daha da ileri götürülebilmesi için tamamen yeni yöntemlerin nasıl kullanılabileceğini henüz göstermişti. Veblen, topoloji üzerine ilk ders kitabı *Analysis Situs*'un dayanacağı kolokyum konuşmalarını daha yapmamıştı. Poincaré konuya çok büyük katkılarda bulunmuş olsa da bu katkılar her zaman mantıksal temellere dayanmıyordu. Alexander'ın topolojiye yaptığı ilk katkı (Veblen'le işbirliği içinde) konuya daha fazla mantığın girmesini sağlamaktı. Bu çaba sonucunda, Betti sayılarının ve burulma katsayılarının topolojik değişmezliğini ortaya koyan 1915 tarihli ünlü makale ortaya çıkmıştı. Alexander yalnız-

ca üç boyuttaki durumla ilgilenmiş olsa da bu ispat kolayca genel duruma genişletilebilirdi. Yine de bu erken dönem çalışmasının bütünüyle tatmin edici olarak kabul edilebilmesi için, 1926 tarihli raporunda olduğu gibi üzerinde bazı değişikliklerin yapılmasının gerektiğini söylemek yerinde olacaktır.

Alexander iki yıl daha Princeton'da kaldı. Amerika Birleşik Devletleri Birinci Dünya Savaşı'na girince Alexander, kara kuvvetlerine teğmen (daha sonra yüzbaşı) olarak önce ülkesinde Aberdeen Proving Ground'da daha sonra da Avrupa'da hizmet etmişti. Paris'teyken tanıştığı Beyaz Rus Natalia Levitzky'yle 11 Ocak 1918'de Washington'da evlendi. Alexander ordudan ayrılmasının ardından yardımcı doçent sıfatıyla yeniden Princeton kadrolarına katıldı. 1920'den itibaren araştırmalarında yalnızca topolojiye yoğunlaştı.

Poincaré'nin planlarındaki en temel sorun manifoldların, özellikle de üç boyutlu kapalı manifoldların sınıflandırılmasıydı. Sonraki on yıl boyunca Alexander konunun bu yönüne ilişkin bir dizi önemli makale yayımladı. Poincaré bu sorunu ele aldığında ilk başta bu tür manifoldların sınıflandırılması için homeomorfiye ulaşıncaya dek homolojinin yeterli olabileceğini düşünmüştü. Üç boyutlu küreyle aynı homolojiye fakat farklı temel gruplara sahip örnekler bulması üzerine bu kez homoloji ve temel grubun yeterli olabileceği savını ortaya koydu. Alexander 1919'da üç boyutlu manifoldlar ailesi, mercek uzaylarını bularak bu sava da karşı örnekler getirmiş oldu. Bugün bile küreye homeomorfik olmayan basit bağlantılı üç boyutlu manifoldların olup olmadığı yanıtsız kalmış bir sorudur.

Ertesi yıl Jordan eğrisi teoreminin zarif bir ispatıyla başlarken ardından Jordan-Brouwer teoreminin ispatı ve genişletilmesi geldi. Bunun sonucunda daha sonra çok değişik yönlere genişletilen 1922 tarihli ünlü Alexander eşleklik teoremi ortaya çıktı. Bu teorem yalnız kendi başına önemli olmakla kalmayıp içinde barındırdığı bazı kuralsızlıkların çözümüyle de farklı katsayılara sahip homoloji kuramlarının gelişmesinde ve daha sonra kohomoloji kuramlarının geliştirmesinde de çok büyük etki yaptı. Bu üretken

dönem, kombinatorik topoloji üzerine kaleme aldığı 1926 tarihli daha önceki çalışmalarını genişlettiği ve açıklığa kavuşturduğu temel niteliğindeki incelemesiyle doruğa ulaştı. Alexander bu çalışmasıyla 1929'da American Mathematical Society'nin itibarlı Bôcher Ödülü'nü kazandı.

1920'lerin sonuna doğru düğüm kuramı Alexander'ın ilgisini giderek daha fazla çekmeye başlamıştı. Alexander 1928'de temel bir keşfe imza attı. Verili bir düğüm diyagramı için bir polinom matrisi oluşturarak bu matrisin denklik sınıfının (denklik burada normaldekinden biraz daha geniş bir anlama sahiptir) düğüm çeşidinin bir değişmezi olduğunu gösterdi. Bu matris denkliğinden yola çıkan Alexander esas olarak klasik yollarla bir polinom serisi oluşturdu. Bu polinomlardan biri de şimdi Alexander polinomu olarak bilinen ve on dokuzuncu yüzyılda derlenmiş düğüm tablolarında bulunan pek çok düğümü kolayca ayırt edebilen hassas bir değişmezdir. Diğer polinomiyal düğüm değişmezleri de yakın bir zamanda keşfedilmiştir.

Bu dönemde Alexander, Lefschetz'in araştırmalarından hayli etkilenmişti. Bildiğimiz gibi Alexander 1924'te Lefschetz'i neredeyse tamamen bir yalıtılmışlık içinde çalışmalarını sürdürdüğü Kansas'tan Princeton'a getirme konusunda Veblen'i ikna etmişti. Alexander ile Lefschetz pek çok yönden birbirlerine tersti. Yıllar sonra Hassler Whitney bu iki matematikçinin ilişkisi üzerine şunları söylemişti: "Doğal olarak topoloji üzerine çok konuşurlardı. Ancak Alexander giderek bundan sakınmaya başladı. Lefschetz elindeki sonuçların daha önce Alexander'dan gelmiş olduğunun farkına varmadan bu sonuçlarla çıkıp gelecekti. Alexander sıkı ve titiz çalışan biriydi. Lefschetz'in zihni ise her zaman nereden geldiği belli olmayan düşüncelerle dolu olurdu." Gene de Alexander ile Lefschetz, beraberlerindeki Veblen'le güçlü bir ortaklık oluşturarak Avrupa başta olmak üzere dünyanın her yerinden hem yetenekli lisansüstü öğrencilerini hem de deneyimli konukları Princeton'a çekiyorlardı. Alexander 1926'da doçentliğe, bundan iki yıl sonra da yarı zamanlı ders veriyor ve bunun karşılığında maaşının yarısını almayı kabul ediyor olsa da profesörlüğe

terfi etti. Otuzlu yıllarda Princeton ismi Avrupa'dan aralarında Aleksandrov, Čech, Hopf ve Hurewicz gibi matematikçilerin de olduğu çok sayıda önemli araştırmacıyı cezbetmişti. 1933 yılında Alexander ile Veblen, kadrosunda Einstein, von Neumann ve Weyl'in de yer aldığı yeni kurulan Institute for Advanced Study'ye geçmişti. Lefschetz bu görev için Alexander'ın yerine kendisinin seçilmesi gerektiğini düşünüyor, bunun sorumlusu olarak Veblen'i görüyordu. Sonuçta zor durumda kalan Alexander olmuştu.

Kombinatorik topoloji artık nokta-küme topolojisi olarak değerlendirilmeyen hemen hemen her şey anlamına gelmeye başlamıştı. Alexander bu durumu nasıl gördüğünü 1932'de Zürich'te düzenlenen Uluslararası Matematikçiler Kongresi'nde şöyle ifade etmişti:

> Genelde *analysis situs* ya da topolojinin, keyfi sürekli dönüşümlere uğradığında değişmeden kalan geometrik şekillerin özellikleriyle ilgilendiğini söyleyebiliriz. Ne var ki, matematik dilinde sürekliliğin fiziksel anlamını yorumlamanın birbirinden farklı çok çeşitli yolu olduğundan farklı pek çok *analysis situs* çeşidi de bulunmaktadır. Örneğin, ilk olarak Leibniz tarafından önerilen *analysis situs* türünden hem anlam hem de içerik olarak farklı nokta-kuramsal adını verdiğimiz bir *analysis situs*'tan söz edebiliriz. Bilimin bu dalı esas olarak fonksiyon kuramından gelişerek büyümüştür. Halbuki Leibniz'in kafasındaki, özellikle fonksiyon kuramının olumsuzluklarından kaçmak ve geometrik problemlerin bütünüyle nicel yönleriyle doğrudan ilgilenmek için tasarlanmış yeni ve bağımsız bir matematik çeşidiydi. Kombinatorik *analysis situs*'un Leibniz'in orijinal düşüncesinden gelişmiş olan bir alan olmaya daha yakın durduğu şüphesizdir.

Otuzlu yılların ortalarında kohomoloji kuramı emekleme dönemindeydi. 1935'te Moskova'da düzenlenen ilk uluslararası topoloji kongresinde Alexander ve Kolmogorov birbirlerinden habersiz olarak, bir çarpım için bugün kohomoloji olarak adlandıracağımız benzer formülleri açıklamışlardı. Çarpımlar epey tuhaftı, yanlış boyutta sonuçlanıyordu. Yine de Čech ve Whitney konferansın hemen sonrasında doğru yapıya ulaşmayı başarmışlardı. Alexander

bir on yıl daha yayın yapmaya devam etse de önemli çalışması tamamlanmıştı bile.

Alexander İkinci Dünya Savaşı'nda Birleşik Devletler Hava Kuvvetleri için Office of the Scientific Research and Development'ta sivil memur olarak çalışmıştı. "Kafesler" (gratings) üzerine yaptığı bir dizi makaleden biri olan Alexander'ın son araştırma makalesi 1947'de yayımlandı. Bunun ardından Lefschetz'in ifadesiyle Alexander araştırma alanını, birden ortaya çıkan genç kuşaktan sayısız araştırmacıya bıraktı. Alexander 1948'de profesörlük yerine maaş almadan enstitünün devamlı elemanı olmayı talep etti ama burada bir ofise sahip olmasına karşın meslektaşlarıyla çok az ilişkisi vardı. Üç yıl sonra tamamen emekliye ayrılan Alexander matematik sahnesinden fiilen ayrıldı. Tucker, Lefschetz'in emekliliği için bir sempozyum düzenlemişti. Tucker yakından tanıdığı Alexander'ı bu sempozyuma katılmaya ikna etme çabasını şöyle anlatıyor: "1953'te Lefschetz'in emekli olacağı dönemde onun onuruna bir sempozyum düzenledik. Alexander'ı arayarak onu sempozyuma mümkün olursa katılması ama Lefschetz'e sunum yapacağımız yemeğe mutlaka gelmesi için özel olarak davet ettim. Alexander 'Gelmek isterim ama kalabalık yerlere gitmiyorum,' diye yanıt verdi ve ekledi: 'Yine de bir düşüneyim.' Sonra 'Gelmek istiyorum,' dedi. Daha sonra sempozyumun başlamasına bir hafta kala aradı. Ben kendisiyle konuşamadım, o da mesaj bırakmış: 'Üzgünüm, gelemeyeceğim.'"

Karısı Natalia'nın 1967'deki ölümünün ardından Alexander'ın sağlığı yavaş yavaş bozuldu. Daha önce çocuk felci geçirmiş, bu hastalıktan tam olarak kurtulamamıştı. Gençliğinde savunduğu sol politik düşünceler McCarthy döneminde onun da şüpheliler listesine girmesine neden oldu. Yaşamının sonlarına doğru Alexander amatör telsizciliğe merak salarak saatler boyunca dünyanın dört bir yanındaki telsiz heveslileriyle iletişime geçerdi. Alexander, 23 Eylül 1971'de seksen üç yaşında Princeton Hospital'da zatürreeden yaşamını yitirdi. Ardında oğlu John ve kızı Irina kalmıştı.

Alexander'ın nasıl biri olduğunu daha iyi anlayabilmek için Tucker'ın anılarına tekrar dönelim:

(Alexander) lisans ve lisansüstü eğitimini burada almış olduğundan hem eğitim açısından hem de doğuştan Princeton'lıydı. Daha sonra Princeton öğretim kadrosuna dahil oldu. Geçmişi eskiye dayanan Princeton'lı bir aileden geliyordu. Hali vakti hayli yerinde olduğundan aslında geçimini sağlamak için çalışması gerekmiyordu. Gençlik yıllarında, yaklaşık 1920 civarında sosyalist hareketle çok yakından ilgilenmişti. O dönemde Norman Thomas uzun bir süre boyunca devlet başkanlığının sosyalist adayıydı. Norman Thomas da Princeton mezunuydu. Politik görüşlerine katılsın katılmasınlar tüm Princeton'lılar Thomas'a büyük saygı duyardı. Alexander'ın Norman Thomas'ın politik görüşleriyle uyuştuğu çok açıktı. Sanırım Alexander sosyalist partinin New York ve çevresinde örgütlenmesi işinde de bir dönem aktif olarak yer almıştı. Nasıl biri olduğunu anlatmaya çalışayım. Alexander her zaman resmi olmayan güzel, spor kıyafetler giyen çok yakışıklı biriydi. Öğrencilerine bir baba gibi çok iyi davranırdı. Ondan herhangi bir şekilde hoşlanmamak mümkün değildi çünkü çok iyi, kibar ve düşünceliydi. Ancak hiçbir itici güce ya da rekabet duygusuna sahip değildi. Belki bir tek dağcılık yaparken ama kesinlikle matematikte ya da akademik olarak değil.

Aslında Alexander kendi kuşağının önde gelen Amerikan dağcılarından biriydi. Dağcılığa 1921'de Colorado'da Long's Peak'e tırmanarak başladı. İki yıl sonra da Alpler'e tırmandı. Alpler'e çoğu büyük tırmanışlar olmak üzere 200'ü aşkın kez çıktı. Alexander ustalaştıkça daha zor hedeflere yöneliyor, yeni rota arayışlarına giriyor ve rehbersiz tırmanmayı tercih ediyordu. Leon Cohen ve Hassler Whitney gibi lisansüstü öğrencilerine matematiğin dağcılıkla birleştirileceği Alpler'e birlikte gitme teklifinde bulunmuştu. Önemli zirvelerin pek çoğuna tırmanmış olsa da Chamonix bölgesine özel bir düşkünlüğü vardı. Karısı Natalia'yla birlikte her yıl bu bölgeye tekrar tekrar gelirlerdi. Les Houches'de mütevazı bir kulübeleri vardı. Natalia bu işe pek hevesli olmasa da genellikle birlikte tırmanırlardı. Ayrıca, yaz aylarını Chamonix bölgesinde geçiren hayli kibirli Fransız sosyetesiyle birlikte olmaktan da keyif alırlardı. Her ikisi de çok iyi Fransızca konuşuyordu. Ne var ki, 1937'den sonra Avrupa'ya yaptıkları bu seyahatlerden vazgeçerek dağcılık etkinliklerini Kuzey Amerika'yla sınırlandırmışlardı.

Alexander, Cleveland kulesi gibi üniversitedeki binalara tırmanma maharetiyle de Princeton çevresinde adını duyurmuştu. Fine Hall binasının en üst katındaki ofisine binanın dış cephesinden tırmanarak ulaşmayı ve ofise pencereden girmeyi çok seviyordu. Bu nedenle ofis penceresini hep aralık bırakıyordu. Alexander aynı zamanda binada duş ve soyunma dolapları olması gerektiği, böylece boks, tenis, squash gibi sporlar yapan insanların bunları kullanabileceği konusunda ısrar ediyordu. Usta bir kayakçıydı ve beysbola bayılırdı.

Alexander'lar şüphesiz varlıklıydılar ama gösterişli bir yaşantıları yoktu. Yine de, Tucker'ın da bu konuya ilişkin söylediği gibi "Alexander, diğer sıradan profesörlerden epey farklıydı çünkü kasabanın batı ucunun biraz ötesinde çok güzel bir evi vardı. Lisansüstü öğrencilerini pazar akşam üstüleri çay içmeye evine davet ederdi. Evde hizmetçiler bulunurdu. Açıkça bir refah eviydi." Üniversitedeki pek çok insana kıyasla Alexander'lar çok daha büyük bir sosyal itibara sahipti. Verdikleri partilere yalnızca akademisyenler değil öteki Princeton'dan da konuklar gelirdi. Üniversite dışından gelen bu konuklar Philadelphia ya da New York'ta iş sahibi olup kasabada yaşamayı tercih eden kişilerdi. Genellikle dans edilirdi. Alexander özellikle tango yapmayı çok severdi. New York sosyetesinin dans ettiği Rockefeller Center'daki Rainbow Room'un müdavimlerindendi. Dans edenlerin attığı adımları ve yaptığı hareketleri kaydetmek için bir notasyon geliştirmişti. Alexander'ın sevdiği bir başka şey ise nükteli şiirler yazmaktı.

Alexander'ın mükemmel bir öğretmen ve Princeton'lı matematikçilerin en iyisi olduğu konusunda herkes hemfikirdi. Kesinlikten hiç ödün vermediği, dinlemesi insana hoş gelen doğal bir tarzı vardı. Kimilerine göreyse daha az şık bir dersten daha çok şey öğrenilebilirdi. Tucker şöyle diyor: "İyi bir hocaydı, mükemmel bir hocaydı ama ben onun ders vermekten hoşlandığını zannetmiyorum. Maaşa ihtiyacı olmadığından ilgisini çekmeyen bir dersi vermeyi usandırıcı buluyordu. Eğer bir ders vermeyi kabul etmişse artık bu konuda daha insaflı olacak biriydi. Bir lisans dersi veriyorsa o zaman da kendi zevkine uygun bir ders kitabı bulamayacak, bu-

nun üzerine öğrencilerin yardımıyla bir dizi ders notu hazırlamaya çalışarak dersi kitap kullanmadan sürdürecektir. Tabii bu da bir sürü iş demek."

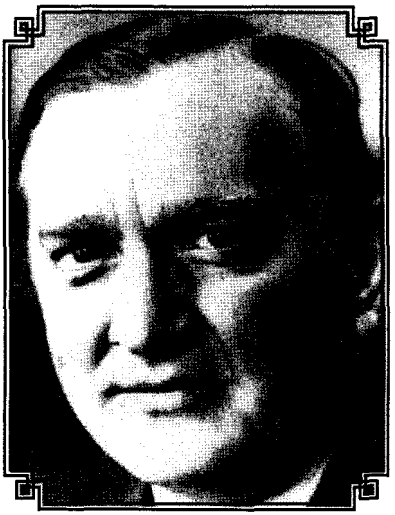
Alexander'ın kişisel ve mesleki evrakından çok azı günümüze kalmış gibi görünüyor. Çok seyrek mektup yazmış olan Alexander mükemmeliyetçiliği nedeniyle de araştırmalarının çoğunu yayımlamadan bırakmıştır. Yeniden Tucker'a kulak verelim:

> Alexander gençlik günlerinde dosyalar tutardı. Yazdığı çoğu makaleyi hiç yayımlamadı. 1930'larda yapılan bir topoloji seminerinde doktora sonrası çalışma yapan bazı genç matematikçiler bir şeyler üzerine konuşmakta, Alexander da dinleyiciler arasında bulunmaktadır. Konuşma sonrasında sıra sorulara geldiğinde Alexander konuşmacıya "Peki, yöntemini şöyle şöyle bir soruya uyguladın mı?" diye sorar. Tabii ki yaptıklarını bile zar zor yapmış olan genç adam "Hayır, bunun ne sonuç vereceğini bilmiyorum," diye yanıt verir. Bunun üzerine Alexander sanki kendi kendine konuşuyormuşçasına "Bir keresinde ben de senin ulaştığın yere kadar gittiğimi ama şunu şunu yapmazsam bunu yayımlamaya değmeyeceğini düşündüğümü hatırlıyorum," der. Zavallı genç adam. Alexander aslında bunu kastetmemiştir. Yalnızca bu genç adamın önündeki dağa tırmanmamış olmasından duyduğu pişmanlığı dile getirir.

Alexander, American Mathematical Society'nin kurulunda görev yaptığı gibi (1923-25) derneğin başkan yardımcılığını da yürüttü (1933-34). 1930'da National Academy of Sciences üyeliğine seçildi. Princeton'dan aldığı onursal dereceyle Princeton diplomalarını sayısını toplamda dörde çıkardı.

X

BANACH'TAN VON NEUMANN'A



Stefan Banach (1892-1945)

On dokuzuncu yüzyılın sonlarına doğru hem Macaristan'da hem de Polonya'da büyük ölçüde Avusturya etkisinden bağımsız olarak önemli matematik ekolleri ortaya çıkmıştı. Birinci Dünya Savaşı sonrasında bu ülkelerin bağımsızlıklarını kazanmalarıyla bu ekoller daha da gelişti. Daha önce gördüğümüz gibi Pólya, Macar ekolünün önemli bir temsilcisiyken şimdiki yaşam öykümüzün kahramanı daha Doğu Avrupalı bir karaktere sahip Polonya ekolünden göze çarpan bir örnektir.

Stefan Banach 30 Mart 1892'de tarihi Polonya kenti Kraków'da dünyaya geldi. Babası Stefan Greczek, dağ köyü Ostrowsko'dan gelen düşük kademede bir devlet memuruydu. İki kez evlenen Greczek'in ilk evliliğinden bir (oğlu), ikincisinden de dört çocuğu

olmuştu. Doğum belgesinde adının Katarzyna Banach olduğunun yazılması dışında Stefan'ın annesi hakkında bir bilgi mevcut değil. Babası, annesinin kimliğini Stefan'dan hep saklamış. Stefan'ı büyütmek de Ostrowsko'da yaşayan babaannesine kalmış. Babaannesi hastalanınca Stefan'ın babası çocuğu yeniden Kraków'a getirerek Plowa soyadını taşıyan bakıcı aileye teslim etmiş.

Banach'ın yeteneklerinin ilk farkına varan, küçük çocuğu kanatlarının altına almış Fransız kökenli bir entelektüeldi. Koruyucusu Stefan'a Fransızca öğretmiş, eğitimiyle de genel olarak ilgilenmişti. Bununla birlikte, Stefan Greczek kendi meşru ailesini kurduğunda bile oğlunu hiç unutmamıştı. Maddi yardımda bulunmasının yanı sıra üniversiteye gidene dek Banach'ın yetiştirilmesini üstlenmiş, Plowa'larla da yakın ilişkisini sürdürmüştür. Banach 1902'de fen derslerinden çok sanata önem verilen bölge lisesine girdi. Kraków'daki diğer okullar gibi bu okulda da yükseköğretim kurumlarının üyelerince verilen temel eğitimden yararlanılıyordu. Bu kurumlar arasında en başta geleni ünlü Universytet Jagielloński'ydi. Banach genellikle matematikten mükemmel, diğer derslerdense iyi ya da çok iyi notlar alıyordu. Bir sınıf arkadaşı onu şöyle tanımlamıştı: "Arkadaşlarıyla ilişki içinde olmaktan memnun ama matematik dışında hiçbir şeye ilgi göstermeyen biriydi. Konuştuğu ender zamanlarda çok hızlı konuşurdu, matematik düşündüğündeki kadar hızlı. Öylesine inanılmaz bir hızla düşünme ve hesap yapma yeteneği vardı ki muhatapları onun gözle görünmeyen şeyleri görebilen biri olduğu izlenimini edinebilirdi."

Banach 1910'da okuldan mezun olmasının ardından cebinde beş kuruş olmadan ve babasıyla samimi ilişkisi devam etse de ondan daha fazla maddi yardım beklentisi içine girmeden Kraków'dan ayrıldı. Politechnika Lwówska'ya mühendislik öğrencisi olarak girse de geçimini sağlamak için çalışması gerektiğinden okuldaki ilerlemesi yavaştı. 1914'te savaş çıktığında henüz ikinci sınıfı tamamlayabilmişti. Gözlerinin iyi görmemesi sayesinde orduya katılması gerekmiyordu. Savaş sırasında geçimini bir şantiyede formenlik yaparak sağladı. Bu dönemdeki yaşantısına ilişkin pek fazla şey bilinmese de Universytet Jagielloński'de resmi kayıt yaptırmadan zaman zaman derslere katıldığı anlaşılıyor.

1920'ye gelindiğinde Banach'ı hayatının en büyük keşfi olarak niteleyen Hugo Steinhaus, Banach'ı koruması altına almıştı. Steinhaus Banach'tan yalnızca beş yaş büyük olsa da mesleki açıdan çok daha ilerideydi. Trigonometrik seriler üzerine yaptığı doktorasını Hilbert'in yönetiminde tamamladıktan sonra tarihi Lviv kentindeki Uniwersytet Jana Kazimierza'da profesör olmuştu. Geniş bir yelpazede matematiksel ilgi alanlarına, ders verme ve matematiğin sevdirilmesinde de büyük bir yeteneğe sahipti. Banach müstakbel karısı Lucja Braus'la Steinhaus aracılığıyla tanışmıştı. Çift, 19 Ekim 1920'de evlendi. Lucja, Banach'ın hayatının kalan son yirmi beş yılında yaşayacağı değişimlerde en yakın ve sadık yol arkadaşı olacaktı.

Kısa bir süre sonra Banach "Sur les opérations dans les ensembles abstraits, et leur application aux équations intégrales" (Soyut Kümeler Üzerine İşlemler ve İntegral Denklemlerine Uygulanması Üzerine) başlıklı doktora tezini tamamladı. Banach uzayı olarak bildiğimiz kavram ilk kez bu tezde ortaya çıkmıştı. Benzer doğrultuda çalışmalar yapan başka matematikçiler de vardı ama Banach'ın ortaya koyduğu kavramın ayırt edici özelliği söz konusu uzayın ilave tamlık koşulunu sağlaması gerektiğiydi. Tezde ayrıca yine kendi adıyla anılacak temel sabit nokta teoremine de yer verilmişti. Banach düşüncelerini asla kâğıda geçiremiyordu. Bunun yerine düşüncelerini bir asistanına dikte ettiriyor daha sonra da sonuçları gözden geçiriyordu. Aslen Lehçe yazılan tezi Fransızcaya çevrilerek kümeler kuramı ve matematiğin temellerine adanan yeni *Fundamenta Mathematicae* dergisinde yayımlandı.

Banach 1922'de *Habilitasyon*'unu aldıktan sonra Uniwersytet Jana Kazimierza'da yardımcı doçentliğe atandı. Sosyal yaşantının büyük ölçüde kafelerde şekillendiği Lviv, Polonya kültür ve biliminde önemli bir merkezdi. Polonya'da ve ülke dışında söylenip yazılanlara göre kafe kültürü bu ülkede matematik yapmanın bir parçasıydı ve Banach da bu tarz bir çalışma kültürünün oluşmasında katkısı olan önemli isimlerden biriydi. Kentteki matematikçiler merkezi bir yerdeki İskoç kafesini üsleri haline getirmişti. Pek çok teoremin keşfedildiği, savların ortaya atıldığı ve ünlü İskoç defte-

rine problemlerin kaydedildiği yer işte bu kafeydi. Tüm bu olup bitenlerde Banach önemli bir paya sahipti.

Eldeki bilgi kısıtlı olsa da Banach'ın 1924'te bazı konuşmalar yaptığı Paris'e mesleki bir ziyarette bulunduğu ve belli ki burada ömür boyu dost kalacakları Lebesgue'le tanıştığı anlaşılıyor. Banach 1927'de profesörlüğe getirildi. 1929'da Lviv ekolünün yayın organı niteliğindeki etkili *Studia Mathematica* dergisi kuruldu. Dergide asıl vurgu *Fundamenta*'da pek yer bulamayan fonksiyonel analize yapılacaktı. Derginin ilk sayısında Banach, sonucu Hahn-Banach teoremi olarak bilinen çalışmasını yayımladı. Banach ve Steinhaus, *Studia*'nın kurulmasının baş yönlendiricisiydi ve iki yıl sonra da büyük ölçüde fonksiyonel analizi konu alan Monografie Matematyczne (Matematiksel Monografiler) adlı bir diziye başladılar.

Banach'ın elde ettiği başarılar ülke içinde ve dışında giderek duyulmaya başlıyordu. 1936'da Oslo'daki uluslararası kongrede tüm üyelerin hazır bulunduğu bir oturumda konuşma yaptı. 1939'da yirmi yıl önce kurulma aşamasında yer aldığı Polskie Towarzystwo Matematyczne başkanlığına seçildi. Pek çok yabancı matematikçi, derneğin himayesinde Polonya'ya çalışma ziyaretleri yapmıştı. Aynı yıl Polska Akademia Umiej tno ci tarafından verilen büyük ödüle layık görüldü ama İkinci Dünya Savaşı'nın başlamasıyla banka hesapları dondurulduğundan bu ödülü hiç alamadı.

Alman-Sovyet Saldırmazlık Paktı'nın bir sonucu olarak Sovyetler Birliği 17 Eylül 1939'da Polonya'ya saldırdı ve çok geçmeden de Sovyet birlikleri Lviv'i işgal etmişti. Bunu Polonya halkının yığınlar halinde sürgüne gönderilmesi izledi. Banach 1940'ta kent meclisine seçildi. Böylece nüfuzunu kullanarak baskı altındaki Polonyalı topluluğa yardım edebilecekti. Banach'ın babası ve bazı akrabaları Kraków'dan Lviv'e taşınmışlardı. Banach burada onlara korunma sağlayabilirdi.

Sovyetler Birliği'nin önemli matematikçileri Banach'ı zaten çok iyi tanıyordu. Banach onları görmeye gidebiliyor, Aleksandrov, Sobolev ve diğer bazı matematikçiler de onu Lviv'de ziyaret ediyordu. Alman-Sovyet Saldırmazlık Paktı'nın 1941'de lağvedilmesi

üzerine Almanlar Sovyetler Birliği'ne saldırdığında Banach bir konferans için geldiği Kiev'deydi. Banach kendi güvenliğini hiç umursamadan bir an önce karısı ve oğluna kavuşabilmek için hemen bir trene atladı. Bu tren, Kiev'den Lviv'e kalkan son tren olacaktı.

Alman birlikleri Haziran 1941'de Lviv'e girdiğinde Banach ailesi çok güç bir durumda kaldı. Banach, Almanların kendisinden Sovyet matematikçilerle olan dostane ilişkilerinin hesabını soracaklarından endişeleniyordu. İşin gerçeği asıl tehlike Banach'ın Polonya istihbaratının bir üyesi olmasından kaynaklanıyordu. Gestapo Banach'ı Alman parası kaçakçılığı yaptığı şüphesiyle tutuklasa da birkaç hafta sonra salıverdi. Banach hapishanedeyken de birkaç teorem ispat etmişti.

3 Haziran 1941 gecesi üniversite öğretim üyeleri, yazarlar ve Lviv'deki aydın sınıfının diğer önemli temsilcilerinden oluşan kırk kişilik Polonyalı bir grup kötülüğüyle ün salmış SS Nachtigall taburundan Nazi ve Ukraynalıların ellerinde can verdi. Özel tasfiye komandoları ortaya çıkmış, ilerleyen cephe birliklerinin hemen arkasında eyleme geçmiş, işini yapmış ve yeniden gözlerden kaybolmuştu. Sergilenen gaddarlık sözüm ona Wehrmacht'tan* resmi onay almamış olsa da o dönemde kente gelen Himmler'in doğrudan verdiği emirle yerine getirilmişti. İnfazlar, Lviv'deki Polonya entelektüel yaşamının imhasına yönelik daha geniş bir hareketin yalnızca başlangıcıydı.

Banach hayatını kurtarmıştı ama Alman işgali boyunca koşullar gerçekten çok acımasızdı. Pek çok Polonyalı entelektüel gibi o da haysiyet kırıcı bir işe verilmişti. Tifo için etkili bir aşı geliştiren bir Alman laboratuvarında bitleri beslemekle görevliydi. Sovyet birlikleri Temmuz 1944'te yeniden Lviv'e girince Banach'ın koşulları da iyileşmeye başladı. Rus matematikçi Sobolev Banach'la Sovyetskaya Akademiya Nauk'un Moskova yakınlarındaki ileri karakolunda buluştu: "Alman işgali altında geçen savaş yıllarının derin izlerine ve gücünü zayıflatan ölümcül hastalığına (kanser) rağmen Banach'ın gözleri hâlâ canlılığını koruyordu. Hâlâ savaş

---

* Nazi döneminde Almanya Silahlı Kuvvetleri'ne verilen genel ad. (ç.n.)

öncesi Lviv'de gördüğüm aynı arkadaş canlısı, neşeli, inanılmaz derecede iyi niyetli ve sevimli Stefan Banach'tı. Benim zihnimde işte böyle kalmıştı: Büyük bir mizah anlayışı, çalışkan bir insan, güzel bir ruh ve büyük bir yetenek."

Banach, Universytet Jagielloński'den gelen kürsü teklifini kabul etti. Banach'a aynı zamanda savaş sonrası hükümette eğitim bakanlığı da teklif edilmişti. Ne var ki, yakalandığı akciğer kanseri ilerliyordu. Banach, 31 Ağustos 1945'te elli üç yaşında Lviv'de yaşamını yitirdi. Cenazesine aralarında ellerinde bir demet çiçek tutan çok sayıda kadın üniversite öğrencisinin de bulunduğu yüzlerce kişi katılmıştı. Karısı Lucja, Banach'ın ölümünün ardından on yıl daha hayatta kaldı. Yirminci yüzyılın en büyük matematikçilerinden Banach, çok geniş bir yelpazede özellikle de fonksiyonel analiz alanında temel ve özgün bir matematikle ilişkilendirilmektedir. Polonya'da ulusal bir kahraman olarak kabul edilir.

Banach'a ilişkin çok sayıda hatıratın arasında önce Steinhaus'a ait olanla başlayalım:

> Banach'ın çalışmalarına tanıklık etmiş biri olarak Kazimierz Bartel'in bir keresinde belirttiği gibi "neredeyse nahoş" denebilecek bir düşünce duruluğuna sahip olduğunu söylememe izin verin. Hiçbir zaman işini şansa bırakmayan ya da arzu edilen kabullerin ancak gerektiği zaman sağlanmasını beklemeyen biriydi. Sık sık "Umut enayiliklere yol açar," derdi. İyimserliğe karşı bu küçümsemeyi yalnızca matematiğe değil politik kehanetlere de yöneltirdi. Problemlere doğrudan saldırmasıyla Hilbert'e benzerdi. Örneklerle tüm yan yolları saf dışı bıraktıktan sonra doğrudan hedefe giden tek yola odaklanırdı. Bir problemin bir satranç oyuncusunun zor bir pozisyon karşısında yaptığı analize benzer şekilde yapılan mantıksal analizinin ya bir teoremin ispatına ya da bir karşı örneğe varması gerektiğine yürekten inanırdı.

Meslektaşlarından biri de şunları ekliyor:

> Banach elbette en önemli şeyleri yayımlamıştı ama her şeyi değil. Bunun nedenlerini açıklayabilirim. Banach teoremleri kâğıda dökmeyi ve gözden geçirmeyi pek de hızlı yapabilen biri değildi. Banach yeni sonuçlara ulaşma hızıyla ise tüm rekorları altüst etmişti. Bir problemin çözülmesi genellikle bir

başka probleme yol açıyordu. Dolayısıyla Banach bilimsel keşiflerine ilişkin hiç not almazdı. Bunları Lviv çevresine yalnızca sözlü olarak duyururdu. Bu kişilerden iki ya da üçü Banach'tan duyduklarını gözden geçirmeye girişmiş olsa tüm eserleri kayıt altına alınabilirdi. Ancak herkesin tercihi elbette başka birinin teoremlerini kaydetmektense yaratıcılık isteyen kendi çalışmasına odaklanmaktı.

Eski bir öğrencisi ise şunları anımsıyor:

> Banach'ın mükemmel bir öğretmen olduğu konusunda herkes hemfikirdi. Asla ayrıntılarda kaybolmaz ve tahtayı karmaşık sayısız formülle doldurmazdı. Konuşurken sözlerinin kusursuz olmasını umursamazdı. Tüm insancıl incelikler ona yabancıydı. Hemen hemen hiç mektup yazmazdı. Asistanlarına karşı neredeyse bir baba gibi yardımseverdi. Onlara lütuftan, paternalizmden ve üstten bakan duygulardan uzak ortaklarıymış gibi davranırdı. Matematik tartışmalarında ya da genel konulara ilişkin yaptığı kısa açıklamalarda hemen büyük zihin gücü hissedilebilirdi. Aşırı yoğunlukta çalışır, çalışma dönemlerinin arasındaki uzun zamanları da hiçbir şey yapmadan geçirirdi. Üniversitedeki ofisinde olduğu gibi bir istasyonun bekleme salonunda da çalışabilirdi.

Tüm anlatılanlar onun bir işkolik olduğu konusunda uzlaşıyor. Bir meslektaşı şöyle yazmış:

> Bu doğru ama onun aşırı çalışma alışkanlığı diğer insanlarınkine pek benzemezdi. Bir öğretim üyesi genellikle işlerini yapmak için huzura ve sessizliğe ihtiyaç duyar. Bu, Banach için geçerli değildi. Çoğu zamanını kafelerde geçirirdi. Her zaman yanında birileri bulunmaz, kimi zaman tek başına olurdu. Etraftaki gürültü ve müzik hoşuna giderdi. Bunlar onu düşünmekten ve konsantre olmaktan alıkoymazdı. Kafeler geceleri kapandığında kafeteryanın yirmi dört saat boyunca açık olduğu tren istasyonuna gittiği zamanlar vardı. Burada bir bardak bira eşliğinde elindeki problemler üzerine düşünürdü. İşin doğrusu, her problemin üstesinden çabucak gelemediğini eklemem gerekir. Bir keresinde bana bir problemin onu aylar boyunca her gün saatlerce meşgul ettiğini söylemişti. Ancak daha az karmaşık durumlarda teoremler bir fıskıyeden çıkarmışçasına fışkırıverirdi. Bu gerçekten şaşırtıcı ve sıra dışıydı.

Banach'a ait fotoğraflar açık alınlı, düzgünce taranarak ayrılmış saçlar ve yarı kuşkucu yarı alaycı bir gülüşe sahip sağlam yapılı, uzun boylu ve geniş omuzlu bir insanı betimler. Yüzünün en göz alıcı özelliği mavi gözlerindeki büyüleyici ifadedir. Sanki boşlukta başka bir yere bakıyormuş gibi görünen bu mavi gözler konuştuğu kişinin röntgenini çekerken parıldar ve insanın içine işler. Banach'la hayattayken karşılaşmış kişiler onun bu ifadesi ve bakışını teyit etmektedir. Bir meslektaşı şöyle diyor: "Bana her zaman çok genç gelirdi. Uzun boylu, sarı saçlı, mavi gözlü ve hayli sağlam yapılıydı. Konuşma tarzının dolaysız, etkili ve belki de haddinden fazla kaba (daha sonra fark ettim ki bu özelliği bir nebze kendisinin kasten geliştirdiği bir şeydi) oluşu beni etkilemişti."

Tüm yaşamı boyunca Banach konuşma ve tavırlarıyla tam bir Kraków'lu sokak çocuğuydu. Banach Steinhaus'a "Biliyor musun dostum, lisede beşeri bilimlerin okunması matematik okunmasından daha önemli. Matematik çocuklar için uygun olmayacak kadar keskin bir alet," demişti. Banach futbol izlemeyi çok severdi. İnsanlar içtiği içki ve kahveye ilişkin hikâyeler anlatmaya bayılırdı. Üvey kardeşi ona ilişkin şunları söylüyor: "Kardeşim litrelerce kahve ve çok fazla içki içerdi. Bir keresinde Gürcistan'da bir matematik toplantısına gitmişti. Oranın geleneğine göre bir ziyafette sırasıyla herkesin sağlığına içmek gerekiyor. Her kadeh kaldırmada da büyük bir kadeh Gürcistan votkası devirmek kural olmuş. Banach, diğer matematikçiler teker teker masanın altında kaybolduktan sonra yemeğe katılan deneyimli tüm bölge insanlarından daha fazla içip hâlâ ayakta duruyormuş."

Norbert Wiener (1894-1964)

Yeniden Atlas Okyanusu'nun karşı kıyısına geçiyoruz. Şimdiye dek dâhiliğin psikolojisine ilişkin çok şey yazıldı. Bu bir tür delilik mi yoksa yalnızca tuhaflıkla mı ilişkili? Norbert Wiener ilginç bir örnek oluşturacak biri. Kendisini çok yakından tanıyan Santillana onun için "Tepkilerinde bir çocuk, yargılarında bir filozof gibi," demişti. Kendi yeteneklerini çok önemsiyordu ve bunda da haklıydı. Öylesine büyük bir ustalığa ve özgünlüğe sahipti ki ölümü sonrasında basında çıkan haberlerde kendisinden Amerikalı Leibniz olarak söz ediliyordu.

Norbert Wiener 26 Kasım 1894'te Missouri eyaletinin Columbia kentinde dünyaya geldi. Annesi Martha (kızlık soyadı Kahn) babası Leo Wiener'le Kansas City'deki bir edebiyat kulübünde tanışmıştı.

Şair Browning'in ilahlaştırıldığı bu kulübün üyeleri olan çift, çocuklarına Browning'in "On a Balcony" şiirindeki karakterlerin adlarını vermişti. Norbert de bu adlardan biriydi. Leo, o zamanlar Rusya sınırları içindeki Bialystok'ta doğmuştu. Leo, aralarında Yiddiş edebiyatı tarihi gibi eserlerin de olduğu pek çok kitap yazmış olağanüstü başarılı bir dilbilimciydi. Tolstoy'un tüm eserlerini çevirmişti. 1880'de Beyaz Rusya'dan çok az para ama büyük bir kararlılıkla yola çıkarak New Orleans'a gelmişti. Çok geçmeden University of Missouri'de yabancı diller profesörü oldu. 1895'e gelindiğinde Harvard University'de Slav dilleri ve edebiyatı bölümünde öğretim üyeliğine getirildi. Daha sonra aynı üniversitede profesörlüğünü aldı. Burada uygulanan Yahudi "*numerus clausus*" sistemine yaptığı büyük itirazlara karşın 1930'da emekli olana dek Harvard'da kaldı. Dokuz yıl sonra da yaşamını yitirdi.

Leo Wiener, oğlunun eğitimi üzerinde aşırı etki eden katı disipline sahip biriydi. Büyük bir mağaza sahibinin kızı olan Norbert'in annesinin bu konu üzerinde pek söz hakkı yokmuş gibi görünüyor. Çocuk dâhi Norbert, eğitiminin bir kısmını okulda bir kısmını da evde babasından alıyordu. Massachusetts, Cambridge yakınlarında yaşamını sürdüren aile 1903'e gelindiğinde kırsal bölgeye taşındı. Norbert burada çok daha mutlu olmuştu. Sonraki yıllarda küçük New England kasabalarının demokratik yapılarına duyduğu hayranlığı ifade edecekti.

Norbert Wiener on bir yaşında Tufts College'ın öğrencisi olmuştu. Fen derslerine, özellikle biyolojiye büyük ilgi duyan Norbert dört yıl sonra bu okuldan mezun oldu. Bunun sonrasında Harvard'da zooloji eğitimine ve yeniden Harvard'a dönmeden önce de Cornell'de felsefe eğitimine başladı. Harvard'daki ikinci seferinde felsefe ve matematik eğitimi görerek 1913'te henüz on dokuz yaşındayken doktorasını aldı. Doktora tezinin konusu Russell-Whitehead mantık sisteminin daha önce Ernst Schröder'in yarattığı sistemle karşılaştırılmasıydı. Bu dönem boyunca Wiener ergenlik bunalımından büyük ölçüde sıkıntı çekmiş gibi görünüyor. Wiener Yahudi olduğunu ilk kez belli ki Harvard'da olduğu bu dönemde fark etmişti. Aslında dolaylı olarak büyük ortaçağ

öğretmeni İbni Meymun'un (Moşe ben Maimon) soyundan geliyordu. Musevilik onun için hiçbir zaman büyük bir anlam ifade etmemiş olsa da Yahudilerin matematikte ve diğer bilim dallarında elde ettiği olağanüstü başarılardan gurur duyardı.

Genç Wiener, Harvard'dan kazandığı bursla çalışmalarını Avrupa'da sürdürebilecekti. En sonunda babasının yönlendirmelerinden kurtulmuştu. Haziran 1913'ten ertesi nisana dek University of Cambridge'deydi. Şöyle söylediği aktarılır: "Çoğu yeniyetme gibi sonunu görmeden, hatta bir son olup olmadığını dahi bilmeden karanlık bir tünelde yürüyordum. Neredeyse on dokuz yaşıma gelip Cambridge'de çalışmalarıma başlayana dek de bu tünelden çıkmadım." Wiener ilk başlarda Bertrand Russell'la birlikte matematiksel mantık okumaları yapıyordu. Russell, Wiener'in felsefe anlayışından hiç etkilenmemiş, ona daha çok matematik, özellikle de matematiksel fizik ve en başta da Einstein'ın yeni kuramlarını öğrenmesini tavsiye etmişti. Bu tavsiyeyi dikkate alan Wiener Hardy'nin analiz derslerine katıldı. Wiener daha sonra "Matematik derslerine girdiğim bunca yıl boyunca merak ve zihinsel güç açısından Hardy kadar anlaşılır birine rastlamamıştım," diyecekti. Russell bahar dönemini Harvard'da geçirmeyi planladığından Wiener de Göttingen'e geçerek kısa süreliğine buradaki bazı ünlü matematikçilerle çalıştı.

1914'te Birinci Dünya Savaşı başlayınca Wiener, meslek yaşantısının ileride nasıl bir rota izleyeceğinin belirsizliğiyle Amerika'ya döndü. Çeşitli işlerde çalışmayı denedi, hatta bir gazetede muhabirlik yaptı. Columbia University'de John Dewey yönetiminde gerçekleştirdiği felsefe çalışmalarıyla geçen birkaç huzursuz ay ve Harvard'da kısa süreliğine verdiği derslerin ardından University of Maine matematik bölümünde öğretim üyesi oldu. Wiener daha sonra bu deneyimini tam bir kâbus olarak nitelendirecekti. Bunu kısa süreli başka işler izledi. Amerika Birleşik Devletleri'nin savaşa girmesi üzerine Maryland'deki Aberdeen Proving Ground'da balistik üzerine çalışmalar yapan bilimciler ve mühendisler grubuna dahil oldu. Wiener burada karşılaştığı Veblen'in askeri açıdan yararlı sonuçları elde etmedeki başarısından çok etkilendi. Görünüşe

göre bu deneyim Wiener'in dikkatini uygulamalara dönük matematik çalışmalarına yoğunlaştırmasına neden olmuştu.

Savaş bittiğinde Wiener öğretim üyesi olarak Massachusetts Institue of Technology'ye (MIT) girerek 1960'taki emekliliğine dek burada kaldı. Tercihinin Harvard'dan yana olduğunu saklamıyordu. O zamanlar matematik bölümü MIT'deki güçlü bölümlerden biri değildi ama bunun karşılığında MIT mühendisler ve fizikçilerle ilişkiye geçme kolaylığı sağlıyordu. Wiener'in ilk araştırma incelemesi matematiksel bir kuram oluşturduğu Brown hareketine ilişkindi. Bu deneysel olguyu daha önce Einstein da incelemişti. Belli ki Wiener'in dikkatini bu konuya çeken Russell olmuştu. Wiener bunun sonrasında varyasyonlar analizinde yakın bir zamanda Hilbert'in iyileştirdiği Dirichlet yöntemine yöneldi. Wiener bu yöntemi daha da geliştirmek için bir ölçü oluşturmuştu. Wiener ölçüsü olarak bilinen bu ölçü Wiener'in meslek yaşantısının ilk aşamalarındaki en mükemmel başarısıydı.

Wiener 1926'da babasının eski öğrencisi Margaret Engemann'la evlendi. Margaret on dört yaşında ailesiyle birlikte Almanya'dan göç etmiş, Pennsylvania, Huntingdon'da Juniata College modern diller bölümünde yardımcı doçent olmuştu. Barbara (1928 doğumlu) ve Peggy (1929 doğumlu) adlarında iki kız çocuğu dünyaya getirdi.

Wiener 1922 ile 1927 arasında hemen hemen her yıl Avrupa'ya gitti. Courant'la aralarındaki sürtüşmeden dolayı Göttingen'de çok az zaman geçiriyordu. Wiener, Courant'ın sonlu fark yöntemine ilişkin düşüncelerinin, yazarlarından biri olduğu bir makalede zaten bulunabileceğini göstermişti. Bu tür şeyler zaman zaman yaşanıyor olsa da Wiener kızgınlığını bir roman yazarak göstermişti. Yayımlanmayan bu kitaptaki karakter yetenekli genç insanların düşüncelerini alarak onlara haksızlık eden bir profesördü. Wiener bu karakteri açık bir şekilde Courant'tan esinlenerek yaratmıştı. Wiener 1928'de Avustralya'daki University of Melbourne'a bir görev için başvursa da Carathéodory, Hardy, Hilbert ve Veblen'in desteklerini almasına karşın görevi elde edemedi. Bununla beraber bu girişim MIT'yi Wiener'e sürekli kadroda hocalık verme

konusunda harekete geçirmiş, Wiener 1932'de profesörlüğe getirilmişti. Bu göreve getirilmeden önce Hardy'nin yardımcısı olarak Cambridge'de geçirdiği dönemde Wiener yetenekli genç analizci R. E. A. C. Paley'yle tanışmıştı. Wiener, Paley'nin MIT'ye gelmesini sağlayarak 1933'te kayak yaparken geçirdiği kaza sonucu zamansız ölümüne dek Paley'yle verimli bir işbirliğine girmişti. Paley-Wiener teoremleri doğrusal kısmi diferansiyel denklemler kuramının temel bir aracı olmuştu.

Wiener, Naziler Almanya'da iktidara geldikten sonra kurulan American Emergency Committee in Aid of Displaced German Scholars'ın etkin bir çalışanıydı. Viyanalı mantıkçı Karl Menger'e de bu yolla şahsen yardımcı olmuştu. İkinci Dünya Savaşı patlak verdiğinde Wiener savaşa ilişkin çalışmalarda bilgisayarların kullanılması fikrini ortaya attı ama o zamanlar bu düşünce uygulanabilir olmadığından büyük ölçüde göz ardı edildi. Savaş sona erdiğinde de Wiener farklı konular üzerinde, özellikle istatistik, mühendislik ve biyoloji üzerinde düşünmeye devam etti. Mühendislik alanından geri besleme düşüncesini alarak kapsamını sibernetik adı altında büyük ölçüde genişletti. Wiener çoğu zaman "otomasyonun babası" olarak değerlendirilmektedir. Bazı düşünceleri bunlardan çok daha etkili bir biçimde yararlanan von Neumann tarafından ele alındı. Wiener'in burada kullanılan fotoğrafı elli yaşına yeni girdiği bir dönemde çekilmişti.

Freudenthal'e göre Wiener inanılmaz ölçüde kötü bir yorumcuydu:

> Çalışkan bir ikinci sınıf öğrencisine alıştırma olarak verilse çok kolay çözeceği bir olguyu uzun uğraşlar sonucu ispatladıktan sonra bir önceki konuyla ilişkisi olmayan derin bir teoremi ispat olmaksızın kabul eder, daha sonra kafa karıştırıcı ama ilgisiz öğelerle dolu bir ispatla yoluna devam eder, ardından tamamen alakasız tarihsel bir açıklamayla ispata ara verir, bu arada da bir kitabın aslında ilk bölümünde yer alan bir bilgiyi "son bölümde" yer aldığı şeklinde aktarır ve böyle devam ederdi. Çoğunlukla birbiriyle ilgisiz soruları arka arkaya ele alır, bu sorular kolay anlaşılır, eksiksiz ve güzel bir şekilde tartışılmış olsa da aralarındaki kopukluk nedeniyle okuyucu kafası karışmış

bir halde kalırdı. Wiener çok sık yüksek kapasiteli zihnine üşüşen her şeyi anlatma isteğinin baştan çıkarıcılığına karşı koyamaz, genellikle de ilgili matematik bilgisini düzgün bir biçimde bilimsel ve sosyal çıkarımlarından ve hatta kendi deneyimlerinden ayıramazdı. Hitap ediyormuş gibi göründüğü okuyucu rasgele bir sırayla meslek dışı biri, matematik lisans öğrencisi, ortalama bir matematikçi ve Wiener'in bizzat kendisi arasında gider gelirdi.

Wiener'i Freudenthal'dan daha iyi tanıyan Struik biraz daha farklı bir tablo çiziyor: "Yılların yok edemediği muazzam bir bilimsel canlılığa sahipti ama bu özelliğine aşırı bir hassasiyet eşlik ediyordu. Wiener'in ruh hali şimdiye dek duyduklarımın en kötüsünden en iyisine uzanan bir aralıkta sürekli değişir, bunu da derslerinde belli ederdi. Kimi zaman dinleyicilerini uyutur ya da kendi hesapları içinde kaybolup giderdi. Özellikle Göttingen'de yaptıklarıyla adı çıkmıştı. Ama bazı durumlarda da düşüncelerini gerçekten parlak bir biçimde anlatırken bir grup meslektaşının onu nefes almadan büyük bir dikkatle dinlediklerini görmüşlüğüm de vardır."

Wiener yarı popüler nitelikte çok sayıda yazı ve birkaç kitap kaleme almıştı. Bu çalışmalarında genellikle yalnız istediği şeyleri hatırına getirirken matematiğe ilişkin görüşlerinin etkili bir propagandasını büyük bir şevkle yapıyordu. Sibernetik üzerine yazdığı kitap geniş kesimlerce beğenilse de eser, bilimsel ününe hiçbir şey katmayan üçüncü sınıf yazılarının belki de en iyisidir. Wiener ayrıca "en görülmedik" otobiyografiyi yazmıştı. Yeniden Freudenthal'dan aktarırsak: "Eser, aşırı benmerkezci bir dünya görüşünü nakletse de ben bunu makul bir öykü olarak görüyorum. Doğal bir açık sözlülük ve yapmacıksız haliyle, en azından sahte tevazuuyla bence kırıcı da değil. Her şeyi hesaba kattığımızda başkalarının gözünde kendisinin nasıl göründüğüne ilişkin en ufak bir fikre sahip olmadığı çok açık."

Wiener Stockholm'e yaptığı bir ziyaret sırasında geçirdiği kalp krizi sonucu 18 Mart 1964'te altmış dokuz yaşında yaşamını yitirdi. İnsan kendini matematik dünyasının diğer bir ünlü manik-depresifi Sylvester'la Wiener'i karşılaştırmaktan alıkoyamıyor. Yine de

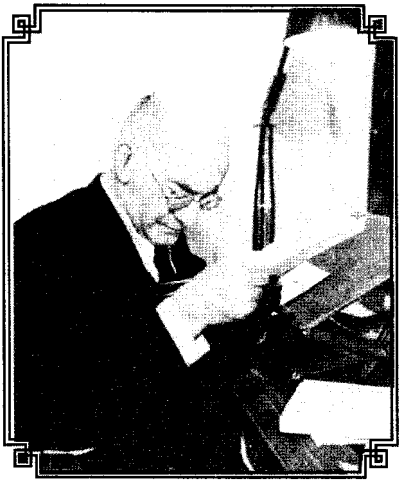
Wiener'in düşünceleri çok daha üretkendi ve en iyi dönemlerinde Wiener Sylvester'la kıyaslanmayacak denli etkili bir öğretmendi. Wiener'le ilgili her türlü hikâye, özellikle de dalgınlığı, güvensizlik duygusu, el becerisinden yoksunluğu ve miyopluğuyla eğlenen pek çok hikâye anlatılmaktadır. Örneğin, Wiener görme yetisini kaybedeceği korkusuyla MIT koridorlarında yolunu yalnızca etrafa dokunarak bulmaya çalışır, bu sırada bir dersliğe denk gelirse içeride bulunan hoca ve öğrencilerin şaşkın bakışları altında tüm duvarları yoklayarak sınıfı dolaşırdı. Doğruluğu şüpheli olan bir diğer hikâyeye göre Wiener'ler bir gün evlerinden taşınmıştı. MIT'de geçirdiği günün ardından yeniden eski evine giden Wiener kapıdaki küçük kıza Wiener'lerin nereye taşındıklarını bilip bilmediğini sordu. Küçük kız da "Evet babacım. Ben senin kızınım ve seni yeni evimize götürmem için beni buraya gönderdiler," diye karşılık verdi.

Çağdaş matematikçilerin çok azı Wiener kadar geniş ilgi alanlarına sahiptir. Yalnızca birkaç yıllık bir zaman dilimi içinde Wiener, Heaviside analizi, kuantum mekaniği, diferansiyel geometri ve istatistiksel fizik gibi farklı konularla çok yakından ilgilenmişti. Wiener meslek yaşantısının epey başlarında çalışmalarından dolayı American Mathematical Society'nin Bôcher Ödülü ve National Academy of Sciences üyeliğiyle onurlandırılmıştı. Daha sonra ülke içinden başka onurlara da layık görüldü. Avrupa'da çok iyi tanınmasına karşın belki de aşırı bencilliğine bir tepki olarak çalışmalarına Amerika dışında pek itibar edilmezdi. Avrupa'dan hiçbir ödüle layık görülmemesi de dikkat çekiciydi. Wiener birkaç yıl sonra tam açık olmasa da görünen o ki adayların akademi üyeliğine seçimleri öncesinde yürütülen oy isteme kampanyalarına ilişkin bazı sebeplerden dolayı National Academy of Sciences'dan ayrıldı.

Wiener 1930'lu yıllar boyunca matematik çalışmalarının niteliği konusunda kendini huzursuz hissediyor, meslektaşlarından üretkenliğinin azalmadığını duymak için onları sıkıştırıyordu. Wiener'in alışıldık selamlama cümlesi "Söylesene, düşüş içinde miyim?" idi. Bu soru karşısında yapılabilecek tek mantıklı hareket şiddetle inkâr etmekti. Ne var ki çoğu zaman bu da yeterli olmaz,

ne üzerine çalıştığını bilip bilmeden son araştırmasının ne kadar mükemmel olduğunu hararetle onaylamak gerekirdi. Pólya bir keresinde, Wiener'in trafiğin tam ortasında arabayı durdurarak ona "Ben gerçekten iyi bir matematikçi miyim?" diye sorduğunu hatırlıyor. Pólya daha sonra şöyle diyecekti: "Böyle bir durumda başka bir yanıt verme seçeneğiniz var mı? Her taraftan klakson sesleri duyuluyordu." Yeniden Freudenthal'e kulak verelim: "Görünüş ve tavır olarak Norbert Wiener bir barok figürü gibiydi. Kısa, toparlak, miyop. Bunlarla birlikte diğer özelliklerinin hepsi aşırıya kaçıyordu. Konuşması tafra ile lakaytlığın garip bir karışımıydı. Çok kötü bir dinleyiciydi. Övünmesi eğlenceli ve inandırıcı olur, asla kimseyi kırmazdı. Çok sayıda yabancı dil bilirdi ama ne söylediğini anlamak epey zordu."

Wiener'in fizik, mühendislik ve biyoloji alanlarına yaptığı baskınlar matematik araştırmalarının seyrini değiştiren yeni problem ve anlayışları getirirdi. Diğer taraftan matematikteki en son teknikleri kullanarak Brown hareketi için Einstein'ın önerdiği formülasyonun ilk sağlam temellerini oluşturmuş, elektrostatik kapasitenin Laplace denklemi çözümlerinin analizinde oynadığı asli rolü açıklamıştı. Wiener sinyal işlemenin temel düşüncelerinden yola çıkarak genelleştirilmiş harmonik analiz Tauber teoremlerini geliştirdi. Bu teoremler harmonik analizcileri kuşaklar boyunca harekete geçiren spektral sentezin daha derinlemesine anlaşılmasını sağladı. Yol uzayına ilişkin Wiener ölçüsünün sonuçları, kuantum kuramından ekonomideki stokastik işleme ve kusurlu gen aramasına dek uzanan geniş bir kapsama sahipti. Wiener-Hopf kuramı ile tahmin kuramından ve bu kuramların elektrik mühendisliğindeki uygulamalarından söz etmeye bile gerek yok.



P. S. Aleksandrov (1896-1982)

Rusya dışındaki ülkelerde otobiyografi türünde eserler yazan matematikçi sayısı kısıtlıdır. Bunun birkaç örneğini kitabın sonundaki listede bulabilirsiniz. Ne var ki Ruslar için bu çok olağandır. En ilginç otobiyografilerden birinin yazarı Aleksandrov'dur. *Bir Otobiyografiden Sayfalar* adındaki bu eser Aleksandrov'un yaşamındaki önemli olayları canlı bir dille anlatır. Aleksandrov, eserin sona ermesinden kısa bir süre sonra da yaşama veda etmiştir. Güzel yazılmış bu sürükleyici metin Ann Dowker tarafından ustaca İngilizceye çevrilmiştir. Otobiyografi, yazarın hareketli yaşantısını anlatmakla kalmaz en seçkin ve kültürlü vatandaşlardan birinin gözünden Devrim zamanı ve sonrası Rusya koşullarının aydınlatıcı

bir resmini de verir. Aleksandrov topolojinin gelişmesinde önemli bir rol oynamıştır. Aleksandrov'un otobiyografik ve diğer türlerdeki yazıları bu gelişime değerli bakış açıları sağlamıştır. Bununla beraber Aleksandrov'un etkinlik alanı, matematik ve Rusya'yla sınırlı değildi. Engin bir kültüre sahip, iyi eğitim görmüş Aleksandrov toplumda kendine farklı yerler de edinebilecek biriydi.

Pavel Sergeyeviç Aleksandrov 7 Mayıs 1896'da Bogorodsk (daha önceki adıyla Noginsk) kasabasında dünyaya geldi. Hemen bir yıl sonra aile Moskova ile Batı Avrupa arasında önemli bir kent olan Smolensk'e taşındı. Aleksandrov'un çocukluk yıllarında babası Sergey Aleksandroviç Smolensk hastanesinde doktorluk yapıyordu. Tıp eğitimini Moskovskiy Gosudarstvennıy Universitet'te (MGU) alan Sergey Aleksandroviç'e yetenekli bir öğrenci olması nedeniyle üniversitede kalarak lisansüstü çalışma yapma fırsatı sunulmuştu. Ne var ki son yılında yasadışı öğrenci gruplarına karışmış, bunun sonucunda hem üniversiteden atılmakla hem de Moskova'dan sürülmekle korkutulmuştu. Sergey Aleksandroviç bir doktor, halkın yakından tanıdığı bir kişilik ve oğlunun ileride göstereceği gelişmede büyük etkisi olan bir adam olarak sıra dışı biriydi. Aleksandrov tüm yaşamı boyunca babasının şu sözünü hep hatırladığını söylerdi: "Yaptığın işi sevmelisin hem de kendi çıkarını gözetmeden. İşini gerçekten sevdiğin için sev, kendin için bir başarı ya da herhangi bir menfaat elde etmek için değil."

Aleksandrov altı çocuklu bir ailenin en küçük bireyiydi. Kendini altı çocuğunun eğitimine adamış olan Aleksandrov'un annesi Tsezariya Akimovna, Zdanovskiy'li soylu bir Polonyalı aileden geliyordu. Ailesinin kökenlerine on sekizinci yüzyıl öncesine dek ulaşılabiliyordu. Ancak on dokuzuncu yüzyıl ortalarından itibaren ailenin iyice yoksullaşmış bireyleri çiftçilikten çok avcılıkla uğraşan küçük toprak sahiplerine dönüşmüştü. Aleksandrov'un anne tarafından dedesi 1863 Polonya ayaklanmasından etkilenerek ailesini büyük bir aceleyle Rusya'ya taşımak zorunda kalmıştı. O dönemlerde zor duruma düşen tüm Polonyalı soylular gibi o da emlak komisyonculuğu yapmaya başladı. Kızı Tsezariya Akimovna, Fisher'ın Moskova'daki kızlara yönelik ünlü lisesinde iyi bir klasik

eğitimi aldı. Bu okulu zamanın diğer okullarından ayıran en önemli özelliği öğretim programının oğlanlara yönelik okullarda uygulanan eğitim programından farklı olmamasıydı. Okulda matematik, fizik ve klasik diller eğitimi veriliyordu.

Aleksandrov iyi edebiyatla annesi sayesinde tanışmıştı. Annesi ona ilk başlarda Rus peri masalları ile Zukolovskiy ve Puşkin'in kimi şiirlerini daha sonra ise Rus klasiklerinin yanı sıra Schiller ve Shakespeare'in eserlerini (Rusça çevirilerini) okumuştu. Ayrıca oğlunun müziğe ve dillere karşı duyduğu ilgiyi de teşvik etmişti. Aleksandrov iyi derecede Almanca öğrendi, Alman edebiyatını, özellikle de Goethe'yi çok sevdi. 1902 yazında yaşamının önemli olaylarından biri gerçekleşti. Annesi onu Dinyeper Nehri'ne götürerek yüzme öğretmeye başlamıştı. O günden sonra annesi Aleksandrov'u mümkün olduğu zamanlarda tek bir gün bile sektirmeden yüzmeye götürdü. Aleksandrov kısa zamanda usta bir yüzücü olup çıkmıştı. Yüzme artık onun için Rusya kışlarının en soğuk zamanlarında bile vazgeçmediği sürekli bir eğlence olmuş ve bu, yaşamının sonuna dek de böyle devam etmişti.

Aleksandrov Moskova'da hemen hemen tüm öğretmenlerin mükemmel olduğu bir özel okula gitti. Okula yalnızca erkek öğrenciler kabul ediliyordu. Matematik öğretmeni Aleksandr Romanoviç Eyges, Aleksandrov'un cebir sınav kâğıdına şöyle yazmıştı: "Problemleri güzel ve zekice çözmüşsün ama cebirde işaretler de önemlidir ve sen bu konuda çok dikkatsizsin." İşaret hataları Aleksandrov için her zaman bir sorun olacaktı. Yirmi yıl sonra Aleksandrov, Hopf'un homoloji mod 2'nin Aleksandrov gibi matematikçiler için icat edildiğini söyleyerek ona nasıl güldüğünü hatırlayacaktı. Eyges ve okul müdürü Korostelov, Aleksandrov'un potansiyelinin farkına vararak onu MGU'da matematik bölümüne kaydolması için teşvik etti. Bu iki kişi daha sonra da Aleksandrov'u cesaretlendirmeye devam etmişti.

Böylece Aleksandrov 1913'ün ilkbaharında meslek yaşantısının büyük bir kısmını geçireceği üniversitede öğrenci oldu. Geçimini anne ve babasından maddi yardım almadan kendi sağlaması gerektiğini düşündüğünden öğrencilik yıllarında özel dersler verdi.

Üniversitedeki dersler genelde onu bir miktar hayal kırıklığına uğratsa da karizmatik genç matematikçi N. N. Luzin'in verdiği bir ders ona esin kaynağı olmuştu. Aleksandrov daha sonra şöyle diyecekti: "Dışarıdan bakıldığında parlaklıktan ve hitabet becerisinden yoksun görünen Luzin'in dersleri yaratıcı yoğunluğuyla dinleyicileri sarıp sarmalardı. Luzin matematiksel bir sonucu olağanüstü bir ustalıkla sunar böylece de dinleyici sonuca ulaşma sürecine dahil olma durumunda kalırdı. Dersi de bir tür düşünce laboratuvarına dönüştürmüş olurdu."

Aleksandrov Cantor'un kümeler kuramına ilişkin kütüphanede rastladığı incelemelerinden ve Baire'nin aynı konudaki kitabından da çok etkilenmişti. Üniversitedeki ikinci yılında Aleksandrov sayılamaz Borel kümelerinin mükemmel kümeler olduğunu ortaya koyarak ilk önemli teoremini ispat etti. Daha sonra bu ispatın, elde ettiği en iyi sonuçlardan biri olduğunu söyleyecekti. Aleksandrov ispatını öğrenci matematik derneğinde anlattığında Moskovalı kıdemli matematikçiler de onu dinlemeye gelmişti. Dinleyiciler arasında kısa bir süre sonra en yakın dostu ve aynı zamanda çalışma arkadaşı olacak Pavel Samuyloviç Urison da bulunuyordu.

Aleksandrov'un atıldığı bir sonraki konu sürem varsayımıydı. O zamanlar bu tür çabaların başarısız kalmaya mahkûm olduğu bilinmiyordu. Başarıya ulaşamamanın verdiği sıkıntıyla Aleksandrov bir süreliğine Moskova'dan ayrılmaya karar verdi. Aleksandrov sonraki bir iki yıl boyunca kendini edebi konularda dersler vererek ve tiyatro işleriyle oyaladı. Tiyatroda oyunculuk yapmıyor, oyun sahneye koyuyordu. Bu arada Rusya'da devrim kapıdaydı ve Aleksandrov da Bolşevik yandaşı olduğundan kısa bir süre için hapse gönderilmişti. Aynı yılın ilerleyen zamanlarında Aleksandrov uzun süren bir hastalığa yakalandı. Yeniden çalışmalarına dönebilmesi 1920'yi bulmuştu. Aleksandrov bu dönemde genellikle ailesiyle Smolensk'te yaşamış, ara sıra Moskova'ya gidip gelmişti.

Ekim Devrimi'nin sonrasında yaşanan karışıklıklara rağmen 1914'le başlayan on yıllık dönem Moskova'da matematiğin altın çağı gibiydi. Luzin artık en önemli isimlerden biri olmuştu. Aleksandrov'un da yer aldığı büyük araştırma grubu Luzitanya

adıyla anılıyordu. Daha sonraki yıllarda Luzin uğradığı baskılar nedeniyle hayata küsse de o dönemde çok sayıda genç insanın esin kaynağıydı. Bu kişilere Aleksandrov da dahildi. 1921'in yazında aralarında her ikisinin adı da P. S. olarak kısaltılan Aleksandrov ve Urison'un da bulunduğu bu genç insanlardan bir grup, Moskova yakınlarındaki Burkovo'da bir *daça** kiraladı. Urison, topolojik uzayların boyutuna ilişkin tanımını Kliyazma nehri üzerindeki bu evde tasarlamıştı. Urison, Aleksandrov'la birlikte metrikleştirme üzerine ortak çalışmalarının yer aldığı "Tıkız Topolojik Uzaylar Üzerine İnceleme"yi yazdı. Aleksandrov için bu dönem araştırma açısından çok üretkendi. Ayrıca, eski matematik öğretmeni Eyges'in kız kardeşiyle de bu dönemde evlenmişti. Evliliği uzun sürmedi. Aynı yıl Aleksandrov MGU'da öğretim üyesi oldu. Hâlâ emekleme dönemindeki genel topoloji ve diğer bazı konular üzerine dersler vermeye başladı.

1923'e gelindiğinde Almanya'da hiperenflasyon sorunu baş göstermiş, temel gereksinimleri karşılamada büyük sıkıntılar yaşanır olmuştu. Bununla birlikte dış dünyayla yeniden normal ilişkiler kurmanın sinyalleri alınıyordu. Alman matematikçilerin hâlâ hoş karşılanmadığı bazı yerler olsa da yabancı matematikçiler yeniden Alman üniversitelerini ziyaret etmeye başlamışlardı. 1922-23'ün kışında iki P. S. ertesi yaz Göttingen'e gitmeye karar verdi. Gerekli parayı özel dersler vererek kazandıktan sonra Mayıs 1923'te Luzin'in Klein'a hitaben yazdığı tavsiye mektuplarıyla yola koyuldular. Sovyetler Birliği'nden ülke dışına çıkan ilk matematikçiler olmalarından dolayı Klein, Hilbert, Landau, Courant ve Emmy Noether tarafından en sıcak şekilde karşılandılar. Bu sıcak karşılamadaki en büyük etken Göttingen'de pek iyi bilinmeyen bazı matematik alanlarında bu ikilinin epeyce iyi olmalarıydı. Konuklar Hilbert, Landau ve Courant'ın verdiği derslere girdi. Ancak onları en çok etkileyen ideal kuramı üzerine Emmy Noether'in verdiği dersti. Aleksandrov otobiyografisinde Göttingen'de o dönem yaşantısının canlı bir resmini sunmaktadır:

---

* Rusça "sayfiye evi". (ç.n.)

Yaklaşık 1920 ile Hitler'in iktidara geldiği 1933 arasında geçen dönem Göttingen matematik ekolünün parlak çiçekler açtığı ve ekolün dünya matematik düşüncesinin (uluslararası genel kabulle) yoğunlaştığı başlıca yerlerden biri olduğu bir dönemdi. Dünyanın her yerinden, tüm tarzlardan ve her yaştan matematikçinin geldiği bir yerdi. Nerede ortaya çıkarsa çıksın her türlü matematiksel düşünce ve keşfin hemen değiş tokuş edildiği bir yerdi. Bu düşünce ve keşiflerin yeniden tüm dünyaya iletildiği bir yerdi, böylece herhangi bir matematik disiplininde ileride gerçekleşecek gelişmelerin de yönünü belirliyordu. Kısaca Göttingen o zamanlar dünyanın en önemli matematik başkentlerinden biriydi.

Courant matematik okulunun en çekici özelliklerinden biri burada bulunanların birbirlerine ve ekolün öncüsüne dostane ilişkilerle bağlı olmaları ve tam anlamıyla bir takım oluşturmuş olmalarıydı. Ancak, bu takım bir tarikat değildi. Çok geniş bir yelpazede uzmanlık alanlarına ya da farklı bilimsel doğrultulara sahip matematikçiler için bu grup kolaylıkla ulaşılabilecek bir uzaklıktaydı. Örneğin, bildiğimiz gibi Courant'ın ekolü esasen matematiksel fiziğe ve hayli geniş uygulamalara yönelmişken Emmy Noether ekolü bu uygulamalardan uzak bir soyut cebir ekolüydü. Yine de her iki ekol de birbirlerine yakından bağlıydı. Bu yakınlık yalnızca insanlar arası dostça ilişkilerden değil tam da bu iki ekolün bir dereceye kadar çağdaş Göttingen'in, belki de sadece Göttingen değil çağdaş matematiğin yüzünü yansıtıyor olmalarının farkındalığından kaynaklanıyordu. Her iki ekol matematik bilimine yönelik ortak yaklaşımları, ortak şevkleri, karşılıksız matematik sevgileri, insan düşüncesinin çarpıcı bir yaratımı olarak gördükleri matematiğin kusursuzluğunun farkında olmalarıyla da birbirlerine bağlıydı. Bu kursuzluğu, bu ekolleri oluşturan matematikçilerin özel ilgi alanları ya da özlemleriyle hiçbir şekilde çelişmeyen matematiğin kaçınılmaz birliği takip eder. Matematiğin birliği ve içkin kusursuzluğu düşüncesi ve bu düşüncenin mutlak suretle insanların iyiliğine yönelen sınırsız bilişsel gücü bir bilimci olarak Hilbert'in amentüsüydü. Aynı şekilde Courant ve Noether ekollerinin de.

Göttingen yaz döneminin ardından iki P. S. Norveç'e dek 500 kilometre sürecek çoğu zaman yalınayak yol aldıkları bir yürüyüş turuna çıktı. Mükemmel kütüphanesinde çalışabilmek için eylülde yeniden Göttingen'e daha sonra da Moskova'ya döndüler. Ertesi mayıs, yaz dönemi için yeniden Göttingen'deydiler. Bu kez ilk ola-

rak Bonn'da Hausdorff'u, Blaricum'da da Brouwer'i ziyaret ettiler. Urison'u topolojik araştırmalarını devam ettirecek kişi olarak görmeye başlayan Brouwer ertesi yıl daha uzun bir süre geçirmeleri için iki matematikçiyi sıcak bir şekilde davet etti.

İki P. S. Blaricum'dan ayrılarak önce Paris'e, ardından da Braton'a gitti. Fırtınalı Atlantik kıyısındaki küçük Le Batz köyüne yerleştiler. Urison kimi düşüncelerini kaleme alıyordu. Buraya gelişlerinden birkaç gün sonra 17 Ağustos akşamında denizin iyice kabarmasına rağmen yaşadıkları kısa tereddüdün ardından denize girmeye karar verdiler. Her ikisi de çok iyi yüzücüydü. Açık denize doğru bir süre kulaç attıktan sonra gelen büyük bir dalgayla Aleksandrov sahile Urison da kayalıkların üzerine savrulmuştu. Ağır yaralanan Urison tüm çabalara rağmen kurtarılamadı.

Aleksandrov yıkılmış bir halde Moskova'ya dönerek arkadaşının ölümü sonrasında kendini tamamen çalışmalarına gömdü. Ertesi yaz Blaricum'a yeniden gelerek Brouwer'in de yardımlarıyla Urison'un son çalışmalarını yayına hazırladı. Aleksandrov Göttingen'e de gitmişti. Hilbert kendisinden genel topoloji üzerine bir ders vermesini istedi. Aleksandrov buradan da trajedinin yaşandığı Le Batz'a yeniden döndü. Aleksandrov Le Batz'dayken örtü siniriyle oluşan kompleksten yararlanma düşüncesi aklına gelmişti. Hausdorff'un yaşam öyküsünde de değinilen kombinatorik ve nokta-küme topolojisini bu şekilde birleştirme yöntemi Aleksandrov'un daha sonraki çalışmalarında temel bir nitelik kazanacaktı. Brouwer Aleksandrov'un yanına Le Batz'a geldi, ikisi beraber Blaricum'a döndüler. Aleksandrov bütün bir yılı Blaricum'da geçirdi.

Ertesi ilkbaharda Aleksandrov Göttingen'e döndü. Yakın bir işbirliği ve dostluk geliştireceği Alman topolog Heinz Hopf'la da ilk kez burada karşılaştı. Hopf Göttingen'e, Erhard Schmidt'ten topolojideki son gelişmeleri öğrendiği Berlin'den gelmişti. Hopf, doktorası ile *Habilitasyon*'u arasında kalan akademik yılı Georg-August'ta geçiriyordu. Courant-Hilbert-Noether grubuna sıcak bir şekilde kabul edildi. Aleksandrov ve Hopf yaz tatillerini beraber, çoğunlukla da Fransa'da gezerek geçiriyorlardı. Kimi zaman Neugebauer de bu ikiliye katılıyordu. Göttingen'de boş zamanla-

rında diğer matematikçilerle birlikte çevrede yürüyüşler yapıyor ya da nehirde yüzmeye gidiyorlardı. Aleksandrov'un Hopf'a ilişkin hatıratında da söylediği gibi pek çok matematiksel düşünce bu şekilde doğmuştu. Göttingen'in bir diğer sürekli ziyaretçisi de Brouwer'di. Brouwer, Aleksandrov ve Hopf'u Blaricum'a davet etmişti. Aralık ayında Emmy Noether de, öğrencisi van der Waerden'le birlikte Blaricum'a gelmişti. Aleksandrov Noether'in teşvik ettiği matematik tartışmalarını çok net hatırlıyordu. Bir keresinde Noether homolojinin yalnızca bir sayısal değişmezler kümesi yani Betti sayıları olarak algılanmaması, bir Abel grupları kümesi olarak kabul edilmesi gerektiği yönündeki düşüncesini açıklamıştı. Bu düşünce hemen tutmuştu ama Hopf her zamanki tuhaflıklarından birini sergileyerek herkesin homoloji grupları olarak adlandırdığı şeye ısrarla Betti grupları diyordu.

1926'da Hopf *privatdozent* olarak döndüğü Berlin'de kombinatorik topoloji üzerine bir ders verdi. Ders notları Hopf'un öğrencisi Erika Pannwitz tarafından kaleme alınmıştı. Aleksandrov ve Hopf ertesi yılı Rockefeller bursuyla Princeton'da geçirdi. Burada diğer matematikçilerin yanı sıra Alexander, Lefschetz ve Veblen'le tanıştılar. Yeniden Göttingen'e döndükleri 1928 yazında Courant iki matematikçiye Springer'in *Grundlehren* serisinden çıkacak bir topoloji ders kitabı yazmalarını önerdi. Kitabın yazılmasının tam yedi yıllarını alacağını hiç tahmin etmemişlerdi. Yedi yılın sonunda üç ciltlik olması düşünülen çalışmanın yalnızca ilk cildi yayımlanabilmişti. Nokta-küme ve kombinatorik topolojiyi bütünüyle ele almayı hedeflemişlerdi ama kapsamın çok geniş olması ve özellikle kombinatorik kısmında sürekli yeni gelişmelerin gerçekleşmesi eserin tamamlanmasını güçleştiriyordu. Üstelik araya bir de savaş girmişti. Hepsinden öte Hopf belki de fazlasıyla mükemmeliyetçiydi.

Böylece Aleksandrov 1923'te başlayan beş yıllık dönemin büyük bir kısmını Moskova'dan uzakta geçirmiş oldu. Bu dönem 1928'de Bologna'da düzenlenen uluslararası kongreyle son buldu. Kongreden sonra Aleksandrov zamanının büyük çoğunluğunu Sovyetler Birliği'nde geçirmeye başladı. Kendi araştırma grubunu kurdu. Bu grubun ilk üyelerinden biri A. N. Tikhonov, daha sonra gruba ka-

tılacak bir başka üye de kısa bir süre sonra Sovyet matematiğinin süper starı olacak kör matematikçi L. S. Pontriagin'di. Yine de bu dönemin belki de en büyük Sovyet matematikçisi yaşam öyküsünü birazdan göreceğimiz A. N. Kolmogorov'du. Kolmogorov, Aleksandrov'la ilk kez 1922'de karşılaşmış ama birbirlerini daha iyi tanımaları ve ömür boyu sürdürecekleri bir dostluk kurmaları ancak 1929'da gerçekleşmişti. Bu ilişkinin belirgin olarak başlaması Yaroslavl'dan yola çıkarak önce gemiyle Volga boyunca Samara'ya, oradan Kafkaslar ve Van Gölü'ne uzanan yirmi bir günlük gezi sırasında olmuştu. Gölün kıyısında Aleksandrov Hopf'la birlikte yazdığı topoloji kitabının bölümleri üzerinde çalışırken Kolmogorov da sürekli zaman içinde sürekli durumlara sahip Markov süreçlerine ilişkin bir makale çıkaracağı konu üzerine derin düşüncelere dalmıştı. Bu konu çağdaş dağılım kuramının temelini oluşturacaktı. Ertesi yıl iki matematikçi birlikte Göttingen'e gitti, Fransa'da bir miktar zaman geçirdi.

1932'de Zürich'te düzenlenen uluslararası kongre pek çok yönden bir devrin kapanışına işaret ediyordu. Aleksandrov kongreye katılarak Hopf'u Zürich'te ziyaret etme fırsatını yakaladı. Hopf yakın bir zamanda Zürich'te Weyl'in yerine geçmişti. Kongre sonrasında Hopf ve Aleksandrov, İtalyan göllerine bir seyahate çıktı. İki matematikçi bir süreliğine tatillerini burada geçiren Hausdorff'lara katılmıştı. Aleksandrov, Moskova'ya dönerken Göttingen'e uğramıştı. Bu ziyaret otuz beş yılı aşkın bir dönemde yapmış olduğu son ziyaret olacaktı. Birkaç ay sonra Naziler iktidara gelince altın çağ da sona ermiş oldu. Aleksandrov Courant'ın ölümünün ardından yazdığı anma yazısında şöyle demişti:

> Matematiğin Göttingen'inin canlı yaşamı, muazzam ışık ve sıcaklık yaymış bu zengin, yaratıcı ve mutlu yaşam 1933'te Hitler iktidara geldiğinde sanki insanlığın düşmanı kötü bir büyücü asasıyla dokunmuş gibi aniden yok oluverdi. Savaştan önce Göttingen'e en son 1932'de gitmiştim. Her şey eskiden olduğu gibiydi. Matematik enstitüsünde seminerler devam ediyor, dersler veriliyordu. Courant'ın evindeki müzikli geceler de hâlâ sürüyordu. Ne var ki tüm Almanya'da olduğu gibi Göttingen'de de havada alarm zilleri çalıyor,

sanki garip ve kötü bir şeyler oluyordu. Hitler Gençliği kitleler halinde şarkılar söyleyerek sokaklarda dolaşıyordu. Bir darbenin geleceği çok açıktı. Vakit geçirmeden ülkeme dönmem gerekiyordu.

1935'te Aleksandrov ve Kolmogorov'un yaşamlarında önemli bir olay meydana geldi. Bolşevo yakınlarındaki Kamarovka köyünde eski bir köşkün bir kısmını satın aldılar. Aleksandrov ev için şunları söylemişti: "Kamarovka'daki ev tüm ihtiyaçlarımıza cevap veriyordu: Büyük bir kütüphane oluşturabileceğimiz alan, konuklarımızı birkaç günlüğüne, hatta daha uzun süreler boyunca yerleştirebileceğimiz ayrı odalar." Aleksandrov ve Kolmogorov beden hareketleri yapmanın gerekliliğine inanıyorlardı. Konuklarından her gün "ayazın çok aşırı olmadığı günlerde üzerlerinde yalnızca bir şortla" yalınayak bir kilometre koşmalarını bekliyorlardı. 1935'teki uluslararası topoloji kongresi süresince Hopf'lar, Aleksandrov ile Kolmogorov'un konukları olmuştu. Kongre sonrasında hep birlikte tatil için Kırım'a gittiler. Aleksandrov ve Hopf Yalta'dayken *Topologie* (Topoloji) adlı eserlerinin ilk ve son olacak cildine son halini verdi. İkili on beş yıl sonrasına dek yeniden bir araya gelmeyecekti.

Sovyetler Birliği 1941'de İkinci Dünya Savaşı'na girince Aleksandrov ve Kolmogorov ailelerini diğer akademisyenler gibi Kazan'a gönderildiler ama ertesi yıl Moskova'ya döndüler. Kargaşanın devam ettiği bir dönemde akademik hayat da güçlükle ilerliyordu. Kargaşa sona erdiğinde Aleksandrov henüz elli yaşında olmasına karşın araştırmacı matematikçi olarak en iyi dönemlerini artık geride bıraktığını düşünerek mevcut ve eski öğrencilerinin başarılarından payına düşenle mutlu olmaya yöneldi. Okuldan mezun olduğunda ilk düşüncesi öğretmen olmaktı. Onun için birilerini yetiştirmek araştırma yapmak kadar önemliydi.

Aleksandrov güçlü bir kişiliğe sahip, gönlü zengin, çok duygusal, çok çekici ama gerektiğinde sert ve inatçı olabilen biriydi. Pek çok özelliğinin yanı sıra özellikle edebiyat ve müzik üzerine iyi hikâye anlatmasıyla bilinen başarılı bir oyun yazarıydı. Ustaca kaleme alınmış anıları kalıcı bir ilgi odağıdır. Hopf'la birlikte yaz-

dıkları klasikleşmiş eseri dışında mesleki çalışmaları aynı derecede ilgi çekici değildir. Öğrenci-öğretmen ilişkisi üzerine itinalı yazılar yazmıştır. Sovyetler Birliği'nde "Sosyalist Emek Kahramanı" titriyle onurlandırılmasına eşlik eden altı kez Lenin Nişanı, Ekim Devrimi Nişanı ve Kızıl Bayrak Nişanı'nın yanı sıra sayısız nişan ve madalya kazanmıştır. Aleksandrov, ülke dışında çok sayıda bilim akademisinin de üyesiydi. Büyük saygı duyulan ve çok sevilen Pavel Sergeyeviç Aleksandrov 16 Kasım 1982'de seksen altı yaşında yaşamını yitirdi. Yaşamının son üç yılında tamamıyla kör olmuştu.

Aleksandrov'un belirgin bir rol oynadığı Moskova matematik ekolü özellikle yirminci yüzyılın ilk yarısında Sovyetler Birliği'ndeki başlıca ekoldü. Kimilerine göre Göttingen'le rekabet edebilecek kadar iyiydi. Her iki kurumda da güçlü bir iletişim ve kardeşlik duygusu hâkimdi. Bununla birlikte Georg-August'taki en önemli matematikçiler Moskova'dakilerin büyük çoğunluğunun aksine on dokuzuncu yüzyılda doğmuşlardı. İki dünya savaşının yaptığı darbenin üzerine gelen Sovyet dönemindeki politik müdahaleler ve daha sonraki ekonomik çöküş tıpkı Göttingen örneğinde olduğu gibi bu ekolün de trajik bir hikâyeye sahip olmasına neden oldu.

Oscar Zariski (1899-1986)

Yirminci yüzyılın başlarında dünyadaki Yahudi nüfusunun yarısından fazlası Rus İmparatorluğu sınırları içinde yaşıyordu. Bu insanların ezici bir çoğunluğu da daha sonra Rusların eline geçecek olan Beyaz Rusya ve Doğu Polonya'daki Sınırlı Yerleşim Alanı'nda yaşamak zorundaydı. Çarcı Yahudi düşmanlığının temelleri, Almanya'da olduğu gibi ırka değil dine dayanıyordu. Yahudiliğini devam ettirenlerin bazı vatandaşlık hakları ellerinden alınırken Ortodoksluğa geçenlerse diğer Hıristiyanlarla aynı haklara sahip oluyordu. Yahudiliğini devam ettirenlere uygulanan kısıtlamalardan biri de lise ve üniversitelere girişte maruz kaldıkları kota sistemiydi. Başkentte uygulanan kota liseler için yüzde 5, üniversiteler içinse yüzde 3'tü. Sınırlı Yerleşim Alanı'ndaysa bu kota değerlerinde yüzde 5'lik bir artış söz konusuydu.

Çok sayıda Rus kökenli olağanüstü matematikçi arasında meslek yaşantılarının erken dönemlerinde Amerika Birleşik Devletleri'ne göç etmiş birkaç matematikçi vardır. Lefschetz'e daha önce değinmiştik, şimdiki yaşam öykümüz için bir diğer isme, Zariski'ye bakacağız. Pek çok ortak noktaya sahip bu iki Rus kökenli Amerikalı'nın yaşam öyküleri birbirlerinden hayli farklıdır. Zariski, kuşağının en önemli cebirsel geometricilerinden biriydi. Her zaman "Geometri hayatın ta kendisi," derdi. Daha sonra tanınacağı adıyla Oscar Zariski 24 Nisan 1899'da Beyaz Rusya'nın büyük yerleşim yerlerinden Kobrin'de dünyaya geldi. Bezaliel ve Hannah Zaritskiy'in altıncı çocuğu ve üçüncü oğullarıydı. Doğduğunda ona verilen ad Askher'di. Bilgili bir adam olan babası askere gitmemek için içtiği zehirli bir karışım yüzünden sağlığını altüst etmişti. Annesi, işleri iyi olan bir hancının kızıydı ve bu işte babasına yardım ederdi. Bezaliel 1901'de yaşamını yitirince varlıklı bir kardeşi ailenin geçimine yardımcı oldu. Böylece yoksulluk çekmediler.

Rus Yahudileri çoğunlukla Yiddiş dilinde konuşurdu. Geleceğin matematikçisinin annesi oğluna Rusça ve aritmetik öğretmesi için özel bir öğretmen tuttu. Oscar hızlı öğrenen ve hevesli bir öğrenciydi. Liseye gitmesine izin verilen Yahudi oranına ilişkin kota imparatorluk emriyle iki katına çıkarılınca Oscar da Kobrin'den biraz uzaktaki bir liseye gitme hakkı kazandı. Burada geçirdiği sekiz yılın ardından yeteneklerinden etkilenen öğretmenleri ondan üniversiteye gitmesini istediler. Bu isteğin asıl anlamı Oscar'ın Hıristiyanlığa geçmesi gerektiğiydi. Bu isteği, bir ateist ve Marksist olduğu için reddeden Oscar, Yahudi inancı ve kültürüne de oldum olası ilgi duymamıştı.

Rusya Birinci Dünya Savaşı'na girince genç adam doğuya, Ukrayna'daki Onenigo'ya gitti. Oscar, 1918'de Ukrayna'nın başkentinde Kiyevskiy Natsionalniy Universitet'e kaydoldu. Matematik bölümünde yeterli kontenjan olmadığından ilk önce felsefe bölümüne girse de daha sonra matematik bölümüne geçebildi. Bu sırada devrim tüm hızıyla devam etmekteydi. Yerel bir Marksist gazeteye yazılar yazan Zariski yaşanan bir arbede sırasında yaralandı. Bu arada maddi olarak ağır bir darbe almış ailesi artık ona mali yardım sağlayamayacak kadar yoksullaşmıştı.

Sonucunda Sovyetler Birliği'nin ortaya çıkacağı bir türlü durulmayan koşullar altında Zariski göç etme kararı aldı. Geçim maliyetinin düşük olmasından ve İtalyan üniversitelerinin yabancılardan ücret talep etmemesinden dolayı Zariski İtalya'yı gözüne kestirmişti. Makul bir rüşvet karşılığında elde ettiği Polonya pasaportuyla seyahat eden Zariski İtalya'ya vardı ve Università di Pisa'da çalışmalarına başladı. Ne var ki Kiev'le kıyasladığında buradaki üniversitedeki matematik eğitimini çok yetersiz görerek ilk fırsatta Roma'ya geçiş yaptı. O zamanlar Università di Roma matematik alanında özellikle de cebirsel geometride önemli üniversitelerden biriydi. Buradaki en kıdemli geometriciler Guido Castelnuovo ve Francesco Severi'ydi. Castelnuovo, Zariski'nin resmi araştırma danışmanı olsa da Zariski'nin asıl yol göstericisi Castelnuovo'dan ziyade onun kayınbiraderi ve aynı zamanda hem arkadaşı hem de iş ortağı Federigo Enriques olmuştu. Enriques çok daha ulaşılabilir biriydi. Daha sonra Zariski, Enriques'nin eksiksiz kanıtlara duyulan gereksinime yönelik kibirli tavrının İtalyan ekolünde sonun başlangıcının bir işareti olduğunu iddia edecekti. Enriques "Biz aristokratların kanıta ihtiyacımız yok, kanıtlar ayaktakımının işi," diyecekti.

Zariski artık son derece yoksuldu ve yaşamını ancak dost canlısı İtalyanların yüce gönüllülüğüyle zar zor sürdürebiliyordu. Zariski, İtalyan Yahudisi olan edebiyat öğrencisi Yole Cagli'yle de bu dönmede tanıştı. Cagli, Adriyatik kıyısındaki Ancona kentinden geliyordu. Zariski ile Cagli birbirlerine Rusça ve İtalyanca öğretiyorlardı. Çok geçmeden nişanlandılar ve 11 Eylül 1924'te Kobrin'de evlendiler. Zariski ve Cagli ders vererek kısıtlı miktarda para kazanırken Kobrin'deki aile işi de yeniden rayına oturmuştu.

Enriques'nin bu dönemdeki başlıca ilgi alanları felsefe ve bilim tarihiydi. Hoşgörülü yönetimi altında Zariski kökler yardımıyla çözülebilen polinom denklemleri üzerine yaptığı tezle doktorasını aldı. Castelnuovo, Zariski'nin eksiksizlik konusundaki ısrarı, İtalyan ekolü yöntemlerinin çıkmaz sokağa girdiği ve bu yöntemlerin cebirsel geometri alanında daha fazla ilerleme kaydedebilmek için yetersiz olduğu yönündeki hissiyatına gönderme yaparak pek de

kibar olmayan bir biçimde "Zariski, bizimlesin ama bizden biri değilsin," demişti. Castelnuovo Zariski'yi, yakın bir zamanda Princeton'a geçen Lefschetz'in cebirsel topolojinin cebirsel geometri alanında nasıl kullanılabileceğini göstermesi üzerine yaratıcı çalışmalarını incelemesi için teşvik etti. Zariski büyük bir coşkuyla bu öneriyi dikkate alarak Lefschetz'in çalışmalarının etkisinde kombinatorik topoloji üzerine birkaç araştırma makalesi yazdı.

Zariski daha sonra şöyle diyecekti: "Ne yazık ki İtalyan öğretmenlerim bana cebir alanında cebirsel geometriyle bağlantılı böylesine şahane bir gelişme olduğunu hiç söylememişlerdi. Bunu ancak yıllar geçip de Amerika Birleşik Devletleri'ne geldikten sonra keşfedebilmiştim." Bu dönemde Alman ve İtalyan ekolleri arasındaki ilişki genellikle çok zayıftı. Kısmen bu soruna bir çare olması için Severi, Zariski'den Dedekind'in bazı eserlerini İtalyancaya çevirmesini isterken Enriques de Zariski'den kümeler kuramına ilişkin bazı açıklayıcı makaleler yazmasını istedi. Böylece Zariski bütünüyle yoğun bir döneme girmişken karısı Yole de tam zamanlı olarak dersler veriyordu. 1925'te çiftin ilk çocukları Raphael dünyaya geldi.

Bu arada faşistler iktidarı ele geçirmiş, Mussolini diktatör olmuş ve daha sonra Almanya'da olacağı gibi Yahudi düşmanı politikalar yürürlüğe konmuştu. İtalyan matematikçiler bu duruma farklı tepkiler vermişti. Örneğin Severi yeni rejimle işbirliğine giderken Castelnuovo Università di Roma'daki görevinden 1935'te emekliye ayrıldı ve birkaç yıl sonra da Mussolini'nin ırk ayrımcılığı güden politikalarına karşı harekete geçmede öncü rol oynadı. Castelnuovo yeni yasalar uyarınca üniversiteden uzaklaştırılanlar için "Università segreta" (Saklı Üniversite) adında yöneticiliğini de yaptığı küçük ölçekli bir oluşum kurdu. Bu üniversitenin verdiği diplomalar İsviçre'deki Freiburg Hochschule für Technick und Architecktur tarafından onaylanıyordu. Açık kaldığı 1940 ile 1942 arasında yaklaşık kırk öğrenci üniversiteye kaydolmuştu. Roma'nın Alman işgali altında olduğu dönemde Castelnuovo izini kaybettirdi. Savaşın sona ermesiyle Lincei'nin yeniden dünyanın en iyi bilimsel akademileri arasındaki yerini alması için yoğun çaba

sarf etti. Taşıdığı ömür boyu senatörlük unvanıyla da ulusal çaptaki işlerde büyük rol oynadı.

Zariski İtalya'da daha uzun süre kalmanın ne kadar akıllıca bir davranış olduğunu sorgulamaya başlamıştı. Yalnızca bir yıllığına daha, Rockefeller International Education Board bursuyla Roma'da kalabilirdi ama düzenli bir akademik göreve ihtiyacı vardı. Sovyetler Birliği'ne dönmeyi düşündü ama Marksist geçmişine karşın onun gibi bir göçmenin orada pek de hoş karşılanmayacağını öğrendi. İşin aslı Stalinist baskı altındaki Ukrayna'da koşullar hiç de iç açıcı değildi, annesi ve bazı akrabalarının açlıktan öldüklerini öğrenmişti. Amerika Birleşik Devletleri'ne göç etmenin yollarını aramaya karar verdi.

Lefschetz ile Zariski'nin pek çok ortak noktaları olsa da Lefschetz, Zariski'den on beş yaş büyüktü ve Birleşik Devletler'de düzenini çoktan kurmuştu. Zariski çeşitli olasılıkları denedikten sonra Lefschetz'e onun için Amerika'da uygun herhangi bir şey bulunup bulunmayacağını sordu. Sonuçta Zariski 1927-28 dönemi için Johns Hopkins University'den burs teklifi aldı. Zariski bu teklifi kabul etse de ne yazık ki vize problemleri nedeniyle Baltimore'a Yole ve Raphael olmadan gidebilecekti. Zariski, Johns Hopkins University'yi "hayli sönük" bulmuştu. Lefschetz'in davetine uyarak Princeton'da son çalışmaları üzerine konuşmalar yaptı. Yole'a büyük bir coşkuyla şöyle yazmıştı: "İnsan burada çok iyi çalışıyor. Her yeri kaplamış güzel mimarilere sahip üniversite binalarıyla bu kasaba çalışmak için yapılmış bir yer. Kasabanın etkileyici bir görüntüsü var, renkli görüntüler sunuyor. Baltimore sokaklarının sıkıcı monotonluğundan sonra gözlerim sonunda biraz huzur buldu. Lefschetz bana çok iyi davranıyor, samimi arkadaş olduk." Tucker anılarında Lefschetz ile Zariski arasında yaşanan bir tartışmayı aktarır: "Lefschetz cebirsel geometrinin topolojinin, Zariski de cebirin bir parçası olduğu görüşlerini savunuyordu. Zariski, biraz da Lefschetz'e takılmak için 'Cebir ile topoloji arasındaki sınırı nasıl çiziyorsun?' diye sordu. Lefschetz hiç duraksamadan 'Eğer mesele çarkı döndürmekse bu cebirdir ama eğer işin içinde bir düşünce varsa bu topolojidir,' yanıtını verdi."

Johns Hopkins'teki ilk yılının ardından Zariski yardımcı doçentliğe getirildi. Böylece Yole ve Raphael'in Amerika Birleşik Devletleri vizesi almaları kolaylaşmış oldu. Zariski ailesiyle birlikte olmak için İtalya'ya gitti. Burada Amerikan konsolosunu görmeye gittiğinde vizelerin çıkmak üzere olduğunu öğrendi. Aile Baltimore'da yeniden bir araya geldiğinde Zariski'nin keyfi daha da yerine gelmişti. 1932'de Yole, çiftin Vera adındaki kızlarını doğurdu. Bu arada matematik bölümü de ümit vaat eden genç Hollandalı topolog E. R. van Kampen'in kadroya katılmasıyla daha da güçlenmişti ama ne yazık ki, birkaç yıl sonra genç Hollandalı beyin tümöründen yaşamını yitirdi.

Zariski kendini Emmy Noether'in çağdaş cebirine kaptırmıştı. Konunun kendisiyle ilgilenmiyor yalnızca bunun cebirsel geometri için iyi bir temel olabileceğini düşünüyordu. Konuya hem Lefschetz'in geliştirdiği topolojik yöntemleri hem de Göttingen'de geliştirilen cebirsel yöntemleri uygulayabilmişti. Cebirsel yüzeyler üzerine klasikleşecek kitabının yayımlanmasıyla Zariski'nin çalışmalarının önemi geniş kesimlerce kabul edilmeye başlandı. Zariski 1934-35 dönemini Princeton'da Weyl ve diğer bazı Almanya göçmenleriyle tanışma fırsatını yakaladığı yeni kurulan Institute for Advanced Study'de konuk araştırmacı olarak geçirdi. Zariski 1935'te Moskova'daki topoloji konferansı için yıllar sonra Rusya'ya gitti. Bu ziyareti, İkinci Dünya Savaşı sona erinceye dek Zariski'nin Avrupa'ya yapacağı son ziyaret olacaktı. Ertesi yıl Zariski'ler Amerikan vatandaşlığına geçti. Zariski Amerikan matematik dünyasında daha fazla rol almaya başladı. Örneğin, *American Journal of Mathematics*'in yazı işleri müdürü ve *Annals of Mathematics*'in yazı işleri müdür yardımcısı olmuştu. 1942'de National Academy of Sciences üyeliğine seçildi. Zariski 1941 dolaylarında Princeton'da bir kolokyum konuşması yapmış, konuşma sonrasında yapılan tartışmalardan "Zariski topolojisi" adı verilen bereketli bir kavram doğmuştu.

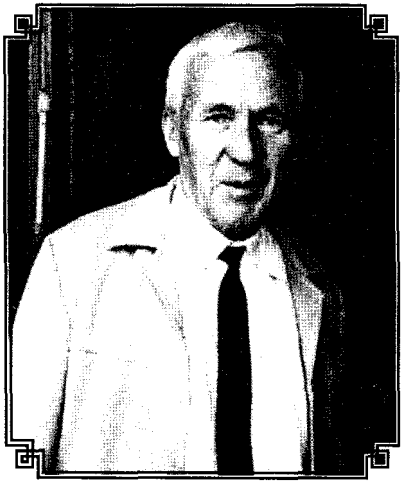
İkinci Dünya Savaşı'nın ardından Zariski, Sao Paolo'da verimli bir yıl geçirmişti. Aynı zamanlarda André Weil de bu kentte konuk olarak bulunuyordu. Bu arada Zariski'ye başka üniversiteler-

den sürekli teklifler geliyordu. Zariski ilk başta bu teklifleri Johns Hopkins University'yi ders yükünü azaltması yönünde ikna edebilmek için kullanmayı denedi. Böylece araştırmalarına daha fazla zaman ayırabilecekti ama ne yazık ki bu girişiminden bir sonuç elde edemedi. Artık yeni bir şeyler yapma zamanının geldiğini düşünüyordu. Zariski 1947'de California Institute of Technology'den cazip bir teklif aldı. Harvard University'den gelen çok daha cazip bir teklifin hemen öncesinde bu teklifi kabul etmişti. Yaptığı şeyden çok mahcup olsa da Caltech'ten ona izin vermelerini istedi. Böylece Harvard'dan gelen profesörlük teklifini kabul edebilecekti. Zariski, Harvard matematik bölümünde sürekli kadro elde eden ilk Yahudiydi. Yole Harvard'a geldiğinde işini bırakması, ilköğretim düzeyinde İtalyanca öğretmesi ve böylece Harvard'daki diğer öğretim üyeleri eşleri gibi olması yönünde ikna edildi. Aslında Zariski'ler Harvard'ın herkesçe bilinen eski tarz resmi sosyal yaşantısından hoşlanmıştı. Zariski Harvard'da çok başarılı oldu. Sertliğiyle ün salan Zariski çok iyi bir öğretmen olduğunu göstererek çok iyi araştırma öğrencilerini de yavaş yavaş kendine çekmeye başladı. Bu öğrenciler arasında sonuncu ardılı John Tate ve yüksek boyutlardaki tekilliklerin çözülmesini gösteren ilk kişi olan ünlü Japon geometrici Hironaka da bulunuyordu. Ancak Hironaka araştırma öğrencisi değil bazı teknik sorunlar nedeniyle yalnızca öğrenci olarak kaydedilebilmişti.

Zariski 1950'de Massachusetts, Cambridge'de düzenlenen uluslararası kongreye doğal olarak fazlasıyla dahil olmuştu. Faşist destekçisi olduğundan kendisine sırt çevrilmiş Severi'yi özellikle görmek istiyordu. Zariski, American Mathematical Society'nin düzenlediği kolokyum konuşmalarını bir yıl Yale University'de yapmayı başarmıştı. Harvard'da da kısa sürede büyük üne kavuşan seminerleri bizzat düzenledi. Bu kitabın yazarı da bir keresinde bu seminerdeki konuşmalardan birinin, güçlü yeni kuramları cebirsel geometriyi devrime uğratan ve pek çok açıdan Zariski'nin yöntemlerini geride bırakmış olan Alexandre Grothendieck tarafından verildiğini hatırlamaktadır. Zariski güler yüzle Grothendieck'i açıklamakta olduğu karmaşık soyut yöntemleri kullanarak temel bir

sonucu ispatlamaya davet etti. Grothendieck hiç duraksamadan bunu başarınca Zariski de hayli etkilenmişti.

Nisan 1964'te altmış beş yaşındaki Zariski'ye, normal emeklilik yaşına geldikten sonra Harvard'daki görevine beş yıl daha devam etmesi teklif edildi. Zariski bu görevini ancak yarı zamanlı olarak gerçekleştirebilecekti. Zariski American Mathematical Society'nin bir ölçüde politikleşmeye başladığı (Zariski bunun dernek için arzu edilen bir durum olmadığını düşünüyordu) bu dönemde derneğin başkanlığını yaptı. Yetmiş beşinci doğum günü kutlamaları çerçevesinde Harvard matematik bölümü toplantı salonuna bronzdan bir büstü yerleştirildi. Bundan kısa bir süre sonra sağlığı kötülemeye başladı. İlk önce işitme kaybı yaşadı ardından da, daha sonra Alzheimer teşhisi konacak hastalığının belirtileri gözlendi. Oscar Zariski 4 Temmuz 1986'da seksen yedi yaşında evinde yaşamını yitirdi.



A. N. Kolmogorov (1903-1987)

Yirminci yüzyılda matematikçilerin büyük bir çoğunluğu yalnızca kendi konularında uzmanlaşmış kişilerdi. Matematik konularının çok genişlediği ve gelişmesine de hızla devam ettiği, bu nedenle genellikle birden fazla alanda katkı sağlamanın çok güç olduğu söyleniyordu. Yine de bu durumun istisnaları vardı. Son iki yaşam öykümüzün kahramanları, birbirleriyle hiçbir biçimde ilişkili olmayan farklı alanlarda önemli katkılar yapmış biri Macar diğeri de Rus iki matematikçidir. Andrey Nikolayeviç Kolmogorov 25 Nisan 1903'te dünyaya geldi. Andrey'in annesi Mariya Yakovlevna Kolmogorova oğlunu Kırım'dan dönüşünde arkadaşlarıyla birlikte kaldığı Rus kasabası Tambov'da dünyaya getirmişti.

Anne ve babası resmi nikâhlı değildi. Mariya Yakovlevna doğum sırasında yaşamını yitirince kız kardeşi Vera Yakovlevna Kolmogorova hemen Andrey Nikolayeviç'i evlat edindi. Vera, yeğenine bir annenin verebileceği tüm sevgiyi veriyor Andrey Nikolayeviç de teyzesine aynı duygularla karşılık veriyordu. 1950'ye dek yaşamını sürdüren Vera evlatlık oğlunun bazı büyük başarılarına da tanıklık edebilmişti.

Rusya dışındaki matematikçiler Andrey Nikolayeviç'i genellikle, Ugliç soylularının önemli isimlerinden dedesi Yakov Stepanoviç'in soyadı olan Kolmogorov ismiyle tanıyordu. Kolmogorov soyadına sahip üç kız kardeş Mariya, Vera ve Nadezhsa liberal politik düşüncelere sahip bağımsız kadınlardı. Mariya ve Vera önceki yıllarda Sen Petersburg'da tutuklanarak birkaç aylığına hapsedilmişlerdi. Kolmogorov'ların, Andrey Nikolayeviç'in de çocukluğunun erken dönemlerinde kaldığı Tunoşna köyündeki (Volga Irmağı kıyısındaki Yaroslavl yakınlarında) evleri bir gizli baskı merkeziydi. Aile içinde anlatılanlara göre kimi zaman tehlikeli belgelerin Andrey'in beşiğinin altında saklandığı oluyordu. Geleceğin matematikçisinin babası Nikolay Matveyeviç Katayev'e ilişkin bildiklerimiz ise bir papazın oğlu olduğu, mesleki eğitim almış bir tarım uzmanı olduğu, Yaroslavl'a sürüldüğü, devrimden sonra tarım bakanlığında eğitim şefi olduğu ve 1919 çarpışmasında güney cephesinde hayatını kaybetmiş olduğudur.

Andrey Nikolayeviç ilk eğitimini evde aldı. Vera Yakovlevna 1910'da Andrey'i Moskova'ya götürerek bir grup demokrat entelektüelin kurduğu özel bir okula yazdırdı. Daha sonra Nikolayeviç okulu "mükemmel" olarak tanımlayacak ve şöyle diyecekti:

> Sınıflar kalabalık değildi (15-20 öğrenci). Öğretmenlerin önemli bir bölümü bilim sevdalısıydı. Zaman zaman üniversiteden hocalar gelirdi. Coğrafya öğretmenimiz ilgi çekici arazi gezilerine katılırdı. Öğrencilerin çoğu kendi başlarına daha çok şey öğrenmek için bir yarış içindeydiler. Kimi zaman öğrenciler bu bilgilerini sinsice bir niyetle deneyimsiz öğretmenlerini utandırmak için kullanırlardı... Matematikte sınıfın en iyilerinden biriydim ama benim okuldaki asıl tutkularım öncelikle biyoloji daha sonraysa Rus tarihiydi.

> 1918-1920 döneminde Moskova'da yaşam hiç kolay değildi. Yalnızca en inatçı olanlar okulda ciddi çalışmalar yapabiliyordu. O dönemde ben de üst sınıflardan bazı öğrencilerle birlikte demiryolu inşaatında çalışmak üzere okuldan ayrılmak zorunda kaldım. Bu arada yüksekokul sınavlarına girebilmek için kendi başıma çalışmalarıma da bir yandan devam ediyordum. Moskova'ya dönüşümde büyük bir hayal kırıklığı yaşadım. Bana sınav hakkı tanıma zahmetine bile girmeden elime mezuniyet belgemi tutuşturuverdiler.

Andrey Nikolayeviç 1920'de Moskovskiy Gosudarstvennıy Universitet'e (MGU) matematik öğrencisi olarak kaydolurken bir yandan da üniversitede metalurji derslerine giriyordu. Ayrıca, Rus tarihi üzerine ilk araştırma çalışmasını sunduğu bir seminere de katıldı. Seminerde sunduğu çalışma Novgorod'da on beşinci ve on altıncı yüzyıllardaki arazi mülkiyetini konu ediniyordu. Anlatılanlara göre sunum sonrasında öğretmeni şöyle demişti: "Öne sürdüğün tez için bize tek bir kanıt gösterdin. Çalışma alanın matematikte bu belki yeterli olabilir ama biz tarihçiler en az on kanıt isteriz." Daha sonra yapılan bir arazi araştırması Kolmogorov'un arazi yerleşimine yönelik ileri sürdüğü savın doğru olduğunu göstermişti.

Andrey Nikolayeviç ilk yıl sınavlarında başarılı olmasının ardından ekmek ve tereyağı istihkakına hak kazandığı gibi çok az bir öğrenci bursu da almaya başladı. Ancak daha fazla paraya gereksinimi vardı. Deneysel bir okulda iş bulmuştu. Matematik ve fizik dersleri verecek, okul konseyinin yazmanlığını yapacak ve aynı zamanda okul yatakhanesinde görevli olacaktı. Üniversitede esas olarak ileri düzey derslere ve seminerlere katılıyordu. Bunlardan biri de topolog Urison tarafından verilmişti. Andrey Nikolayeviç bir gösterimde hata bulması üzerine Urison on sekiz yaşındaki genci birlikte çalışmaları için davet etti. Andrey Nikolayeviç şöyle diyor:

> Moskova matematik dünyasında o zamanlar çok sayıda parlak ve yetenekli kişi yer alıyordu. Ama Pavel Samuyloviç Urison ilgi alanlarının evrenselliği bir yana araştırma konularının seçiminde koyduğu net hedefler,

problemler, mütalaalarındaki anlaşılabilirliği (özellikle de benim için, benim çalışmalarımın yönünü belirleme konusunda kendini sorumlu hissetmişti), kendisinin ve diğer insanların başarılarına yönelik duru değerlendirmeleri ve özellikle gençlerin başarılı olmaları için gönülden yaptığı yardımlarla bir adım öne çıkıyordu.

Aleksandrov, Luzin, Suslin ve Urison'un hepsi de farklı şekillerde Kolmogorov'un ilk dönem araştırmalarını teşvik etti. Kolmogorov 1922'de noktasal tasarım kümeleri kuramı üzerine Fransız ve Rus çalışmalarının bir sentezini yaptı. Aynı yıl Fourier serisi hemen hemen her yerde ıraksayan ünlü toplanabilir fonksiyon örneğini oluşturdu. On dokuz yaşındaki Kolmogorov bir anda tüm dünyanın tanıdığı biri oluvermişti. Kolmogorov'un uluslararası ünü, elde ettiği sonuçtaki "hemen hemen her yerde" ifadesini "her yerde" şeklinde kesinleştirdiğinde daha da artmıştı.

Kolmogorov 1925'te Luzin'in yönetiminde doktora sonrası çalışmasına başladı. Dört yıl sonra kendi adını taşıyan tam on sekiz matematik makalesi sahibiydi. Bu makaleler arasında büyük sayılara ilişkin güçlü yasa ve yinelemeli logaritmalar yasasına getirdiği yorumları, türev ve integral işlemlerine ait bazı genelleştirmeler ve sezgisel mantığa katkılarının bulunduğu çalışmalar yer alıyordu. Sezgisel mantık alanındaki iki makalesi konunun uzmanlarınca büyük bir hayranlıkla karşılanmıştı. Kolmogorov Haziran 1929'da, MGU'daki Matematik ve Mekanik Enstitüsü'nde araştırma görevlisi oldu. İki yıl sonra profesörlüğe, bundan iki yıl sonra da Matematik Enstitüsü'nün yöneticiliğine getirildi. Bu gelişmeler Kolmogorov'un da büyük katkısının bulunduğu Moskova matematiğinin altın çağında yaşanmıştı.

Hemen hemen tüm meslek yaşantısı Moskova'da geçmiş olsa da Kolmogorov Rusya'nın kırlık bölgelerine bayılırdı. Aleksandrov'un yaşam öyküsünde de gördüğümüz gibi iki matematikçinin yapmış oldukları uzun seyahat uzun bir dostluğun da başlangıcı olmuştu. Kolmogorov'un sekseninci yaş günü kutlamalarında kendisinden yedi yaş büyük olan Aleksandrov bu dostluğu şu sözlerle anlatmıştı:

> Kolmogorov'la olan dostluğun benim hayatımda hayli önemli ve eşsiz bir yeri vardır. 1979'da bu dostluğun ellinci yılını devirdik ve bu yarım yüzyıl boyunca hiçbir tatsızlık ya da tartışma yaşanmadı. Bu dönemde yaşama bakışımızla ilişkili hiçbir önemli sorunda yanlış anlaşılma yaşanmadı. Bir konu üzerindeki görüşlerimiz farklı bile olsa bu durumu büyük bir anlayış ve hoşgörüyle karşıladık.

Kolmogorov da Aleksandrov'la dostluğunun sürdüğü onca yıl için aynı samimi duyguları besliyordu: "Bu yıllar hayatımın böylesine mutluluk içinde geçmesinin tek nedeniydi. Bu mutluluğun temelinde de Aleksandrov'un gösterdiği bitmek tükenmek bilmeyen düşünceliliği yatıyordu. Büyük olasılıkla kendi başıma olsam da matematikçi olurdum ama insani niteliklerim önemli ölçüde Pavel Sergeyeviç'in etkisiyle şekillendi. Aleksandrov düşüncelerinin zenginliği ve genişliğiyle yalnızca Rusya'da değil tüm dünyada inanılmaz biriydi. Müzik ve resim bilgisi, insanlara duyduğu içten saygı olağanüstüydü."

Kolmogorov'un matematiksel etkinlikleri 1920'lerin sonu ile 1930'ların başında hızla zenginleşti. Temel nitelikteki olasılık kuramına yönelik ilk denemesini yayımladı. Bu çalışmasını gölgede bırakan, küçük bir akarsuyun kıyısında orman içinde yazdığı 1933 tarihli *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung* (Olasılık Kuramının Temelleri) adlı monografisi Berlin'de yayımlandı. Kolmogorov bu eseriyle olasılık kuramı için aksiyomatik bir temel oluşturmayı hedeflemişti. Eserin önsözünde Kolmogorov, Lebesgue ölçüsü ve integrali olmadan bu çalışmanın ümitsiz bir vaka olacağı yorumunda bulunmuştu.

Haziran 1930 ile Mart 1931 arasında Aleksandrov ve Kolmogorov Almanya (Berlin, Göttingen, Münih) ve Fransa (Paris ve Akdeniz kıyıları) boyunca bilimsel bir geziye çıkmışlardı. İkili, o dönemde Markov zincirleri üzerine çalışan Fréchet'in yanında deniz kıyısında "hayli monoton bir ay" geçirmişti. Bunun sonrasında Kolmogorov anlaşılabilir bir merak duygusuyla "çalışmalarının nasıl karşılandığını görmek ve Borel ile Lebesgue gibi bir önceki kuşağın önemli isimlerinden çalışmalarına nasıl devam etmesi ge-

rektiğine ilişkin tavsiyeler almak" üzere Paris'e gitti. Kolmogorov "Ne yazık ki bu kişilerle ilişkim kısıtlı sayıda resmi ziyaretin ötesine geçemedi," diye eklemişti.

Kolmogorov'un en iyi çalışmaları cebir, geometri ya da sayılar kuramı değil hep analize ilişkindi. Stokastik işlemler kuramını Kolmogorov'un oluşturduğu söylenebilir. Gökcisimleri mekaniğine ve türbülans kuramına katkıları temel niteliktedir. Tüm bunların dışında yine de çok büyük katkılarının olduğu alanlar vardır. Örneğin, İkinci Dünya Savaşı sırasında balistik kuramını tamamıyla dönüştürmüş, daha sonra da bilgi kuramının matematiksel temellerini atmıştır. Kolmogorov'un önemli bir katkıda bulunmadığı bilim dalı hemen hemen yok gibidir. Pek çok Rus gibi Kolmogorov da şiire büyük ilgi duyardı. Filoloji, dilbilim, düzyazı, manzum yazı ve hitabet alanlarında istatistiksel çalışmalar gerçekleştirmiştir. Ona göre tüm bunlar uygulamalı matematik alanındaki çalışmalarının ciddi ve önemli birer parçasıydı.

Tüm meslek yaşantısı boyunca Kolmogorov aynı anda birden fazla cephede uğraş veriyordu. Yaşamının sonlarına doğru bu durum daha da belirginleşti. Örneğin matematik eğitimine giderek daha fazla ilgi duymaya başlamıştı. MGU'nun desteğiyle oluşturulan yetenekli çocuklara yönelik özel bir okulla bağlantılı olarak ağır sorumluluklar yüklenmişti. Müfredat programını planlamak, ders kitapları yazmak, çocuklarla birlikte saatlerce ders yapmak, çocukları edebiyat ve müzikle tanıştırmak, boş zamanlarında onlarla birlikte olmak, onları yürüyüşe, gezintiye ve keşif gezilerine çıkarmak gibi işlerle yıllar boyunca zamanının büyük bir kısmını bu okula adadı. Kolmogorov okuldaki çocukların ileride matematikçi olup olmamalarını hiç önemsemeden kişiliklerinin zengin ve doğal bir biçimde gelişmesine çabaladı. Seçecekleri meslek ne olursa olsun çocukların geniş bir dünya görüşüne sahip olmaları ve meraklarının hiç körelmemesi Kolmogorov'u mutlu etmeye yeterdi.

Kolmogorov 1939'da Sovyetskaya Akademiya Nauk üyeliğine seçildi. Daha sonra da akademinin hükümet yönetim kurulunun bir üyesi oldu. Kolmogorov mesleki nitelikli çok sayıda başka

göreve de getirilmişti. Kolmogorov 1942'de Anna Dmitriyevna Egorova'yla evlendi. Yaklaşık 1980'e dek çok iyi durumda olan sağlığı yavaş yavaş bozulmaya başladı. Glokom nedeniyle neredeyse tamamen kör oldu. Parkinson hastalığına yakalandığı anlaşıldı. Uzun dönemler boyunca konuşma yetisini kaybetti. Araştırma öğrencilerine yaptığı dokunaklı son konuşmasında onlara özel bir sorumluluk yükledi. Genç kuşağın daha iyi eğitim alması için yaptığı çalışmalara onların devam etmelerini istemişti. Sovyet döneminin en büyük Rus matematikçisi 26 Ekim 1987'de yaşamını yitirdi. Kolmogorov'un sayısız ödül ve payeye layık görüldüğünü söylemeye gerek bile yok. Kolmogorov, Sosyalist Emek Kahramanı olmasının yanı sıra yedi kez de Lenin Nişanı'yla ödüllendirilmişti. Kolmogorov ayrıca Lenin ve Lobaçevskiy ödüllerini de kazanmıştı. Kolmogorov'a ülke dışındaki üniversitelerden verilen onursal dereceler ve meslek derneklerinin layık gördüğü üyeliklerin sayısı ise sayılamayacak kadar çoktu.

John von Neumann (1903-1957)

Birinci Dünya Savaşı'nın yaşandığı dönemde yirmi yıl boyunca Budapeşte bilimsel yetenekler doğuran bereketli bir toprak görünümündeydi. Bilimcilerden oluşan bu takımyıldız içinde belki de en parlak yıldız von Neumann'dı. Böylesine bir olağanüstülüğe neyin sebep olduğu konusunda kendi düşüncesi sorulduğunda von Neumann bunun, tam olarak kestiremediği bazı kültürel etkenler sonucu ortaya çıkmış bir rastlantı olduğunu söylerdi; Orta Avrupa'nın o bölgesinde tüm toplumun maruz kaldığı dış baskı, bireylerde bilinçaltında gözlenen aşırı güvensizlik duygusu ve yok olmamak için alışılmadık olanı üretme gereksinimi. Birinci Dünya Savaşı mevcut tüm ekonomik ve sosyal yapıyı yerle bir etmişti.

Avusturya-Macaristan İmparatorluğu'nun ikinci başkenti olarak görkemli bir geçmişe sahip Budapeşte artık yalnızca küçük bir ülkenin en büyük kentiydi. Çok sayıda bilimci kısıtların daha az olduğu ve daha az taşralı olan başka yerlere göç ederek yeni bir hayata başlamaları gerektiğinin çok açık olduğunu düşünüyordu.

Üç erkek kardeşin en büyüğü János von Neumann 28 Aralık 1903'te Budapeşte'de doğdu. Ailesinin hali vakti yerindeydi. Yahudi kökenli babası Max Neumann ipotek karşılığında para veren bir bankerdi. Annesi Margit (kızlık soyadı Kann) de varlıklı bir Yahudi aileden geliyordu. Çift, oğullarına küçük yaşlardaki eğitimi için mürebbiyeler tutmuştu. Birinci Dünya Savaşı'nın başladığı 1914'te on yaşındaki János, yüksek niteliklere sahip bir papaz okulu olan Lutherci *gymnasium*'a girdi. Giderek şiddetlenen Yahudi düşmanlığı dalgasından korunabilmek için aile göstermelik olarak Katolikliğe geçti. Böylece Neumann adı da "Neumann von Margitta"ya dönüşmüş oldu. János, yirmi yedi yaşında Amerika'ya gidip kendine John von Neumann adını verene dek de bu adı kullandı.

Von Neumann'ın okulda sergilediği olağanüstü yeteneklerin hemen farkına varıldı. Von Neumann aldığı olağan eğitimin yanı sıra üniversiteden gelen Gábor Szegö tarafından da özel olarak yetiştirildi. 1921'de okuldan ayrılmasının ardından üniversiteye matematik öğrencisi olarak kaydolsa da sonraki dört yılın büyük çoğunluğunu Zürich'teki ETH'de ve Berlin'de geçirdi. Babası onun kimya mühendisi olmasını istiyordu. Von Neumann, Budapeşte'den matematik doktorası derecesini alırken aynı zamanda da Zürich'ten kimya mühendisliği diploması almıştı. ETH'deki öğretmenlerinden Pólya onu şöyle anlatıyordu: "Şimdiye dek gözümü korkutan tek öğrencim. Öylesine hızlı ki... Bir teoreme geldim ve bunun henüz ispatlamadığını, ispatının da zor olabileceğini söyledim. Von Neumann hiçbir şey söylemedi. Beş dakika sonra elini kaldırdı. Ona söz verdiğimde tahtaya giderek ispatı yazmaya başladı. O andan sonra von Neumann'dan korkmaya başladım." Von Neumann Weyl'in koruması altına da girmişti. Bir keresinde Weyl kısa süreliğine Zürich'ten ayrıldığında onun derslerini von Neumann vermişti.

Erken yaşlarda özgün matematiksel çalışmalar yapmak Orta Avrupa için nadir görülen bir durum olmasa da von Neumann genç dâhiler arasında bile sıra dışıydı. Von Neumann neredeyse hiçbir şeyi unutmadığı fotografik bir belleğe sahipti. Örneğin tarihsel olaylara ait ansiklopedik bilgileri ayrıntılarıyla aklında tutabiliyordu. Almanca ve Macarca'nın yanı sıra İngilizce ve Fransızcayı da çok iyi konuşuyordu. Henüz öğrenciyken özgün çalışmalar yayımlamış, 1926'da gittiği Göttingen'de Hilbert'i etkilemiş, kendisi de genç olan fizikçi Heisenberg'den çok etkilenmişti. Von Neumann ertesi yıl Berlin Universität'ta üç yıl boyunca sürdüreceği *privatdozent*'liğe getirilmişti. Bu dönem boyunca neredeyse her ay bir tane önemli makale yayımlamıştı. Von Neumann Berlin'de yaşamdan zevk almayı bilen, kentin ünlü kabarelerinin gediklisi olarak biliniyordu.

Von Neumann'ın adının matematiğin birbirlerinden hayli farklı üç alanında gerçekleştirdiği çalışmalarla uluslararası arenada tanınması da bu döneme rastlamaktadır. Bu alanlardan biri Emile Borel'in son ilgi alanı oyun kuramıydı. Von Neumann bu konuya yaşamının sonuna doğru yeniden dönecekti. İkinci alan o zamanlar hayli tartışmalı bir konu olan kümeler kuramının temelleriydi. Yine de geriye dönüp bakıldığında bu üç alan içinde belki de en önemlisi kuantum mekaniğinin matematiksel temelleri üzerine yaptığı çalışmalardır. Heisenberg tarafından 1925'te keşfinin hemen birkaç yıl sonrasında kuantum mekaniğinin, von Neumann ayarında bir matematik dehasının dikkatini çekmesi epeyce talihli bir durumdu. Sonuçta kuramın matematiksel çerçevesi geliştirildi. Ortaya çıkan bütünüyle yeni yorum kurallarının biçimsel görünüşleri, iki yıl gibi bir zaman dilimi içinde tek bir adam tarafından analiz edildi. Matematik ile fizik arasındaki iki yönlü çarpıcı bir etkileşim örneği sunan von Neumann yeni bir matematiksel inceleme alanına girdi. Bu alan, en olağanüstü sonuçlarını elde ettiği operatör kuramıydı. Günümüze daha yakın bir zamanda ise von Neumann cebirleri tamamıyla farklı bir bağlamda, düğüm kuramında yeniden ortaya çıktı.

Von Neumann 1929'da Universität Hamburg'a geçti. Hâlâ *privatdozent* kadrosundaydı. Ertesi yıl Princeton University'ye

konuk öğretim üyesi olarak gitti. Bu, Amerika Birleşik Devletleri'ne yaptığı ilk seyahatti. Bu ziyaret, von Neumann'ın ertesi yıl Princeton'a konuk profesör olarak davet edilmesini, iki yıl sonra da Institute for Advanced Study'ye profesör olarak atanmasını sağladı. Enstitünün sürekli kadrodaki en genç personeli olmuştu. 1930'da Budapesti Müszaki és Gazdaságtudományi Egyetem'de ekonomi eğitimi gören ve Macar başkentinin sosyal yaşantısının önemli ismi göz alıcı Marietta Kovesi'yle evlendi. Kızları Marina 1935'te doğdu. Sorunun ne olduğu tam olarak bilinmese de çift 1937'de ayrıldı, daha sonra da boşandılar.

Von Neumann 1939 yazında ziyarete gittiği Budapeşte'de yeniden evlendi. Princeton'a dönüşünde, yakın bir zaman önce art arda iki evliliğini boşanmayla noktalayan ikinci karısı Klari Dan'ı da beraberinde getirdi. Daha sonra Klari, elektronik bilgisayarlar için matematik problemlerini ilk kodlayanlardan biri olacaktı. Von Neumann Avrupa'da savaşın başlamasına dek, Hilbert uzayı, ölçü kuramı, operatör halkaları ve sürekli geometri gibi konularda hayli düzenli bir biçimde heyecan verici dersler anlatmıştı. Araştırma alanında ise von Neumann, Lie grupları üzerine beşinci Hilbert probleminden hidrodinamikte karşılaşılan doğrusal olmayan diferansiyel denklemlere dek farklı ilgi alanlarına sahipti. 1937'ye gelindiğinde von Neumann, çıkacağına kesin gözüyle baktığı bir sonraki savaşta hizmetlerine gereksinim duyulabileceği inancıyla uygulamalı matematiğe doğru kaymaya başladı. Savaş çıkana dek yazları genellikle Avrupa'da geçiren von Neumann savaşın başlamasından sonra Amerika'dan ayrılma konusunda isteksizdi. Daha sonra dul annesi, kardeşleri Michael ve Nicholas, karısının anne ve babası hepsi de Amerika'ya, von Neuman'ın yanına geldi ama kayınpederinin intihar etmesinin hemen ertesinde kayınvalidesi Macaristan'a döndü.

1940'tan itibaren von Neumann giderek daha fazla silah ve teçhizat işlerine dalmaya başladı. İlk başta esas olarak balistik ve patlamaların yol açtığı şok dalgalarıyla ilgilenirken 1943'te atom bombası geliştirmek için çalışılan Manhattan projesinde önemli bir katkı sağladı. Von Neumann, Oppenheimer'ın Los Alamos'taki ekibine dahil edilmişti. Ekipte üç Macar fizikçi daha vardı:

Wigner, Szilard ve Teller. Von Neumann'ın son yayını 1944 tarihli *The Theory of Games and Economic Behavior* (Oyun Kuramı ve İktisadi Davranış) adlı kitabıydı. Von Neumann büyük etki yapan bu kitabı, Avusturyalı ekonomist Oskar Morgenstern'le birlikte kaleme almıştı. Kitabın tamamlanmasının ardından von Neumann dikkatini elektronik bilgisayarlara yöneltti. Bu aletlerin yardımıyla sayısal yöntemlerin her türlü problemi çözeceğine inanıyordu. Von Neumann kendi elektronik bilgisayarını tasarlamaya karar verdi. Transistorlar olmadan böyle bir makine bir odayı doldururdu. Enstitü kadrosunun büyük bir kısmı bu düşünceye şiddetle karşı çıkıyordu. Neyse ki o zamanki enstitü yöneticisi Frank Aydelotte ve nüfuz sahibi deneyimli "devlet adamı" Oswald Veblen daha ileri görüşlüydü ki makinenin yapımı gerçekleştirildi. Makine başarılı bir şekilde çalıştıktan sonra von Neumann makinenin kayda değer bir örneğini oluşturduğu otomat kuramına yöneldi.

Institute for Advanced Study'nin ilk yıllarında kuruma gelen konuklar burada teklifsiz ama yoğun bir bilimsel ortamla karşılaşırdı. Kurumdaki bu hoş sosyal ortam Veblen'lerin eseriydi ama Alexander'lar ve von Neumann'ların evleri de sık sık arkadaş toplantılarına sahne oluyordu. Hareketli toplantılarda bile von Neumann'ı bir problem üzerinde çalışırken görmek mümkün olsa da von Neumann insanlarla sıcak ilişkiler kurar, dedikodu yapmaya bayılırdı. Kalabalık toplantılarda mükemmel bir hikâye anlatıcısıydı. Sahip olduğu soyut espri beğenisinden hayli farklı olsa da kaba komedi ve mizaha da büyük bir hayranlık duyardı. Von Neumann gençliğinde, asıl matematiksel güçlerin yirmi altı yaş civarında azalmaya başlayacağını ama deneyimle gelişen bir nebze daha yavan bir kurnazlığın bu kademeli kaybı en azından bir süreliğine telafi edeceğini söylerdi. Daha sonra bu yaş sınırı yavaş yavaş yükselse de von Neumann yine de adının zamana yenik düşmesinden endişe ederdi. Von Neumann gençliğinde incecik yapılı, söylendiğine göre tavırlarında da bir parça kaba biriymiş. Daha sonra aşırı şişmanlayan von Neumann ancak küçük adımlar atarak etrafta dolanabiliyor, hızını bir artırıyor bir azaltıyor ama hiç hızlı yürüyemiyordu. Kibar ve kendine güvenen biriydi. Her zaman bir bankeri andıran kıyafetlerle dolaşırdı.

1944'ten itibaren von Neumann'ın etkinliklerinin tarzı değişmeye başladı. Bir anda başta askeri kurumlar olmak üzere Amerika'nın çeşitli sektörlerindeki kuruluşlara danışmanlık yapan çok meşgul ve aranan biri oluvermişti. Silahlanma programları ya da nükleer enerji kullanımına ilişkin ulusal kurul ve komitelere giderek daha fazla çağrılır oldu. Institute for Advanced Study'nin kendi çok yönlü etkinlikleri için özellikle deneysel çalışmalar açısından yeterli ortamı sağlayamadığını düşünmeye başlamıştı. Von Neumann University of California'ya geçmeye hazırlanırken sağlığı çoktan yaşamının erken noktalanabileceğinin işaretlerini veriyordu.

Von Neumann'ın sağlığı 1955'e dek iyi durumda devam etti. Röntgen muayenesinde ameliyat edilemez bir kanser tipine rastlanmıştı. Pek çok kişi hastalığının nedeninin 1946'da Bikini Adası'nda yapılan nükleer denemelere katılması olabileceğini düşünüyordu. Uzun süren dayanılmaz hastalığı von Neumann'ı yavaş yavaş elden ayaktan düşürdü. 8 Şubat 1957'de elli üç yaşında Washington'da yaşamını yitirdi. Von Neumann bir önceki yıl çok sayıda payenin arasında Özgürlük Madalyası, Albert Einstein Anma Ödülü ve Enrico Fermi Ödülü'nü kazanmıştı. Von Neumann, daha öncesinde Bôcher Ödülü'nü kazandığı, adına Gibbs dersleri verdiği ve kolokyum konuşmaları yaptığı American Mathematical Society'nin 1951-53 döneminde başkanlığını yaptı. Daha 1937'de National Academy of Sciences üyeliğine seçilmişti.

Çok yönlü ve özgünlüklerle dolu meslek yaşantısı boyunca von Neumann mantık, aksiyomlaştırma ve biçimlendirme sorularına büyük bir bağlılık gösterdi. Yaptığı tüm katkılar derinlikli değildi. Von Neumann en iyi çalışmalarının ergodik kuramı ve kuantum mekaniğinin temellerine yönelik yaptığı çalışmalar olduğunu düşünüyordu. Zihni hep bir matematikçi gibi çalışan von Neumann'ın geniş bir yelpazedeki ilgi alanları, matematiğin yararlı bir biçimde uygulanabileceği çok çeşitli durumları da içine almıştı. Bu açıdan von Neumann, ilk yaşam öykümüzün kahramanı Leonhard Euler'le karşılaştırılabilir. Kitaptaki son yaşam öyküsünün kahramanının John von Neumann olması da bu nedenle yerinde olacaktır.

Sonsöz

Kitabın başında yaşam öykülerinin kahramanları doğum tarihlerine göre sıralanmıştı. Aşağıda, aynı matematikçilerin ölüm tarihlerine göre sıralanmış bir listesini bulacaksınız.

Leonhard Euler (1707-1783)
Jean-le-Rond d'Alembert (1717-1783)
Joseph-Louis Lagrange (1736-1813)
Gaspard Monge (1746-1818)
Pierre-Simon Laplace (1749-1827)
Niels Abel (1802-1829)
Joseph Fourier (1768-1830)
Sophie Germain (1776-1831)
Evariste Galois (1811-1832)
Adrien-Marie Legendre (1752-1833)
Siméon-Denis Poisson (1781-1840)
Carl Jacobi (1804-1851)
Carl Friedrich Gauss (1777-1855)
Augustin Cauchy (1789-1857)
Lejeune Dirichlet (1805-1859)
William Rowan Hamilton (1805-1865)
Bernhard Riemann (1826-1866)

Jean Victor Poncelet (1788-1867)
Hermann Grassmann (1809-1877)
Joseph Liouville (1809-1882)
Henry Smith (1826-1883)
Sonya Kovalevskaya (1850-1891)
Leopold Kronecker (1823-1891)
Ernst Kummer (1810-1893)
P. L. Çebışev (1821-1894)
Arthur Cayley (1821-1895)
Karl Weierstrass (1815-1897)
J. J. Sylvester (1814-1897)
Sophus Lie (1842-1899)
Charles Hermite (1822-1901)
Henri Poincaré (1854-1912)
Richard Dedekind (1831-1916)
Georg Cantor (1845-1918)
Srinivasa Ramanucan (1887-1920)
Felix Klein (1849-1925)
Gösta Mittag-Leffler (1846-1927)
E. H. Moore (1862-1932)
Emmy Noether (1882-1935)
Felix Hausdorff (1868-1942)
David Hilbert (1862-1943)
George Birkhoff (1884-1944)
Stefan Banach (1892-1945)
G. H. Hardy (1877-1947)
Elie Cartan (1869-1951)
Hermann Weyl (1885-1955)
Emile Borel (1871-1956)
John von Neumann (1903-1957)
Teici Takagi (1875-1960)
Oswald Veblen (1880-1960)
Jacques Hadamard (1865-1963)
Norbert Wiener (1894-1964)
L. E. J. Brouwer (1881-1966)

J. W. Alexander (1888-1971)
Richard Courant (1888-1972)
Solomon Lefschetz (1884-1972)
R. L. Moore (1882-1974)
P. S. Aleksandrov (1896-1982)
George Pólya (1887-1985)
Oscar Zariski (1899-1986)
A. N. Kolmogorov (1903-1987)

Bu kitabı oluşturan yaşam öykülerinin sahibi altmış matematikçi bir dereceye kadar çeşitlilik sağlanması göz önüne alınarak seçilmiştir. İçlerinden yalnızca üçünün kadın olması, kitap boyunca anlatılan nedenlerden dolayı hiç de şaşırtıcı değildir. Çok sayıda Yahudi matematikçi olması da aynı şekilde kimseyi şaşırtmayacaktır. Yahudi matematikçileri sıralamak gerekirse: Jacobi, Sylvester, Kronecker, Hadamard, Hausdorff, Emmy Noether, Lefschetz, Pólya, Courant, Wiener, Zariski ve von Neumann. Büyük ve önemli şehirlerin dışında Alsace-Lorraine bölgesiyle (Poncelet, Liouville, Poincaré) birlikte Silezya (Kummer, Kronecker, Hausdorff, Courant) çok sayıda matematikçi çıkarmış bölgelerdir. Almanya'nın doğu ve batısında yer alan bu sanayi bölgelerinin nüfuslarındaki kültürel çeşitlilik, özellikle yüksek Yahudi nüfusu bu durumun gerçekleşmesinde önemli olmuş olabilir. Kahramanlarımızın kimileri maddi bakımdan hayli iyi durumdaki hatta varlıklı burjuva ailelerinden gelirlerken büyük bir çoğunluğu ise mütevazı ailelerin çocuklarıdır. Sonuçta genel olarak hepsi ebeveynleriyle kıyaslandığında sınıf atlamışlardır. Bu durum "Grande Ecole"lerden birine gitmenin sosyal statü kazandırdığı Fransa'da özellikle geçerlidir. Bunu yapabilmenin yolu da, özellikle Ecole Polytechnique söz konusu olduğunda belli bir matematiksel yetenek gerektirmektedir. Kahramanların yaklaşık dörtte biri hiç evlenmemiştir.

Ne var ki, kahramanlarımızın pek çoğunun başarılı olmak için gereksinim duydukları yardıma ulaşmaları hiçbir şekilde kolay olmamıştır. Beklenebileceği gibi bu konuda genellikle öğretmenler yardımcı olmuşsa da yalnızca birkaç örnekte zamanın-

da sergilenen hamilik önemli olmuştur. Monge örneğinde Ecole du Genié müdür yardımcısı, Fourier örneğinde bazı Auxerre'liler, Gauss örneğinde Brunswick dükü, Abel örneğinde August Leopold Crelle, Dirichlet örneğinde General Fay, Cartan örneğinde Antonin Dubost gibi.

Kahramanlarımızın baba mesleklerine baktığımızda büyük bir çeşitlilikle karşılaşırız. Yalnızca üç kişinin, Emmy Noether, Oswald Veblen ve Norbert Wiener'in babaları akademisyen olarak nitelendirilebilirken Wiener'in babasının uzmanlık alanı fen bilimleri değildi. Grassmann, Galois, Mittag-Leffler, Hadamard, Hardy ve Brouwer öğretmen çocuklarıydı. Borel ise bir rahibin oğluydu. Kummer, Dedekind, Poincaré, Birkhoff ve Aleksandrov doktor çocukları; Poncelet, Cauchy, Hamilton, Henry Smith, Dedekind, Hilbert ve Pólya ise avukat çocuklarıydı. Sophie Germain, Jacobi, Weyl ve von Neumann'ın babaları bankacıydı. D'Alembert, Poisson, Liouville, Çebışev ve Sonya Kovalevskaya'nın babaları asker; Lagrange, Dirichlet, Weierstrass, Klein, Banach ve Kolomogorov'un babalarıysa çeşitli görevlerdeki devlet memurlarıydı. Laplace, Sylvester, Cayley, Kronecker, Cantor, Hausdorff, R. L. Moore, Lefschetz ve Courant'ın babaları farklı alanlarda faaliyet gösteren işadamlarıydı. Sayacağımız meslekler henüz bitmedi: Monge'un babası tüccar, Fourier'inki terzi, Gauss'unki işçi, Hermite'inki tuhafiyeci, Cartan'ınki demirci, Ramanucan'ınki muhasebeci, Alexander'ınki sanatçıydı. Bunun dışında birkaçının meslekleri de bilinmiyor. Ne yazık ki kahramanlarımızın annelerine ilişkin genellikle adları dışında pek fazla şey bilmiyoruz. Kimi zaman adlarına bile ulaşılamıyor. Anne-oğul ilişkisinin erkeklerde çok önemli olduğunu gösteren bulgular olmasından dolayı bu, bizim için ne yazık ki talihsiz bir durum.

Euler, Gauss, Abel, Jacobi, Hamilton, Galois, Poincaré, Borel, Ramanucan, Wiener ve von Neumann dışındaki diğer kahramanlarımız için belki de harika çocuk tanımını yapmak çok doğru olmayabilir. Çok kısa bir sürede pek çok bilgiyi hatırlayabilme ya da neredeyse anında büyük hesaplamaları yapabilme yeteneği nadir görülen bir özelliktir. Kimi zaman çocuklarda da görülebi-

len bu özelliğe kahramanlarımız arasında yalnızca Euler, Gauss, Hamilton, Poincaré, Ramanucan ve Banach sahipti. Yine de bu yeteneğin ileri düzeyde matematik yapmak için bir avantaj sağlayıp sağlamadığı da ayrıca tartışılabilir.

Kahramanlarımızın büyük çoğunluğu birer çocuk dâhiden ziyade Tanrı vergisi yeteneklere sahip kişilerdi. Bazıları erken yaşlarda matematiğe karşı bir heves ve eğilim göstermişken bazılarıysa matematikçi olmaya çok daha sonra karar vermiştir. Bununla birlikte matematikçilerin en iyi yaratıcı çalışmalarını gençlik yıllarında gerçekleştirdikleri söylenebilir. Hardy'nin de bir zamanlar söylediği gibi matematik genç işidir. Daha açık söylemek gerekirse, matematikçiler en özgün düşüncelerine bu dönemde ulaşıp sonraki yaşamlarında bu düşünceleri geliştirmektedirler. Bir diğer genel kanı da matematik ve müzik yeteneklerinin hep bir arada var olduğudur. Benim görebildiğim kadarıyla yalnızca Sylvester, Dedekind, Cantor, Hadamard, Hausdorff ve Courant müzik konusunda sıra dışı bir yetenek göstermişti.

Araştırma konularında elde edilen başarılar üzerinde çok fazla durmamaya çalıştım. Bir matematikçinin yalnızca araştırmaya adanmış bir meslek yaşantısına sahip olması hiçbir zaman olağan olmamıştır. Kahramanlarımızın çoğu en azından belirli bir süre ders vermiş, bunda da farklı düzeylerde başarılar elde etmişlerdir. Jacobi, Dirichlet, Smith, Hilbert, her iki Moore ve Banach gibi bazıları olağanüstü iyi öğretmenlerken diğerleri kesinlikle bu tanıma uymuyordu. Aralarında Fourier, Liouville, Grassmann, Kummer, Weierstrass ve Hadamard'ın da bulunduğu çok sayıda matematikçi meslek yaşantılarının bir döneminde okullarda öğretmenlik yapmıştı. Dirichlet ve Cauchy de bir süreliğine özel ders vermişti. Birkaçı –ki bunlardan başlıcaları Euler, Legendre, Jordan, Hardy, Veblen, Pólya ve Courant'tı– ders kitabı yazmıştı. Monge, Mittag-Leffler, E. H. Moore, Klein, Courant ve Veblen gibi bazılarıysa olağanüstü organizatörlerdi. Başkalarına yarar sağlayan çabalarından dolayı matematik politikacıları ve girişimcilerine de saygı göstermek gerekir. Birkaçı mühendislik, avukatlık ya da yöneticilik gibi mesleklerle geçimlerini sağlamıştır.

Kahramanlarımızın çoğunluğu ileri yaşlarına dek yaşamış olsalar da en iyi çağlarında yaşama veda edenler de olmuştur. Poisson, Abel ve Riemann'ın ölüm nedenleri verem olmuşken Sophie Germain, Banach ve von Neumann kanserden, Smith bir karaciğer hastalığından ölmüştür. Lie pernisiyöz anemiden yaşama veda ederken Hilbert de aynı hastalık nedeniyle ölümün kıyısından dönmüştür. Euler büyük olasılıkla skrofula, Jacobi de şeker hastasıydı. Geriye dönüp bakıldığında Fourier'nin muhtemelen miksödem, Ramanucan'ın da hepatik amibiyazdan yaşamlarını yitirdikleri söylenebilir. Daha önce gördüğümüz gibi Fourier, Lie ve muhtemelen Hilbert'in bazı yaşam öykülerinde de yer verilen tuhaf davranışları büyük olasılıkla hastalıklarından ileri gelmekteydi. Abel, Cantor, Sylvester ve Wiener, yaratıcı bireylerde sıklıkla rastlanan manik-depresyon belirtileri gösteriyordu.

Bana kalırsa ilgimizi yalnızca on sekizinci, on dokuzuncu yüzyıllarda ve yirminci yüzyılın başında doğan matematikçilerle sınırlamakla doğru sayıda yaşam öyküsüne yer verilmiş oldu. Kitaba eklemek istediğim başka pek çok isim olsa da çoğu durumda doyurucu bir yaşam öyküsü oluşturabilecek kadar bilgi kaynağı yoktu. Böyle bir çalışma için yalnızca bir anma yazısı ya da methiye konuşmasına bağlı kalmak yeterli olmayacaktır. Çoğu zaman kişisel belgeler kaybolmuş, bir biyografi yazarının üzerinde çalışabileceği yeterli sayıda belge olmayınca da yaşam öyküleri kaleme alınmamış.

Daha geniş bir coğrafyaya yayılabilmeyi isterdim. Örneğin kitapta, Rusya'nın da dahil olduğu Avrupa'dan Fransa ve Almanya ağırlıklı olmak üzere on iki ülkeden matematikçiler yer aldı. Ne var ki, Avrupa dışından yalnızca üç ülkeye yer verildi. Bunlar, Amerika Birleşik Devletleri, Hindistan ve Japonya'ydı. Bu, büyük ölçüde matematiğin nasıl geliştiğinin de bir göstergesi. Pek çok ülkede büyük matematikçiler ancak yakın bir zamanda ortaya çıkmaya başladı. Ancak yirminci yüzyılın ilerleyen dönemlerinde doğmuş matematikçilerin de dahil edilmesi "görünmez okulun" böylesine hızlı büyüdüğü bir dönemde zaten epeyce uzun olan bu kitabı haddinden fazla uzatacaktı.

Bu kitapta yer alan iki yaşam öyküsüne kardeş kitap *Büyük Fizikçiler*'de tekrar yer verilirken burada kısaca değinilen diğerlerinin ise tam yaşam öyküleri verilmiştir. Çoğu zaman bir kişiyi matematikçi mi yoksa fizikçi olarak mı değerlendirmenin daha doğru olduğuna karar vermek güçtür. Fizikçilerin yaşamları da en az matematikçiler kadar ilginç olsa da fizik, matematikten daha farklı bir gelişim süreci izlemiştir. Üstüne üstlük belki de en iyi Max Dehn'in sözleriyle özetlenebilecek bir kültür farkı söz konusudur. 1928'de Universität Frankfurt'ta öğretim üyeleri ve öğrencilerine yaptığı "Bir Matematikçinin Zihniyeti" başlıklı konuşmasında Max Dehn şöyle demişti:

> Genel kanının tersine bir matematikçinin başka dünyalara ait tuhaf biri olmadığını söylemek isterim, her halükârda yaptığı bilim nedeniyle zaten tuhaf biri olamaz. Matematikçi farklı çalışma alanları, özellikle de ne yazık ki bizim ülkemizde birbirinden ayrık duran iki küre, beşeri bilimler ile doğa bilimleri arasında durur. Kullandığı yöntem yalnızca genel bilimsel yöntemin bir uyarlamasıdır. Üçüncünün olmazlığı ilkesinin öneminden ötürü bu adli bir yöntemdir. Araştırmasının amacı doğa bilimcininkinden daha manevi, beşeri bilimcininkinden de daha duyarlıdır. Matematikçi beşeri bilimciye tüm bilim tarihi üzerinden bağlıdır ki bu tarihin de felsefe tarihiyle girift bağlantıları vardır. Doğa bilimleriyle aradaki bağ, tüm müspet doğa bilimlerinin içine işleyen uygulamaların çok ötesine geçer. Matematikçi en önemli uyarımlarını doğa bilimlerine borçlu olduğunu bilir. Matematikçi, bir şair ya da bir fatihin tutkusuyla sarıldığında, argümanlarının eksiksizliği, sorumlu bir devlet adamının ya da daha basitçe ilgili bir babanınkiler gibidir. Hoşgörüsü ve teslimiyeti ise yaşlı bir bilgeyi andırır. Matematikçi devrimci ve muhafazakâr, kuşkucu ama yine de içtenlikle iyimserdir.

İlave Okumalar

Büyük matematikçilerin ayrıntılı yaşam öyküleri sık sık yayımlanmaktadır. Yakın tarihli bazıları aşağıda listelenmiştir. Matematiğin genel tarihi için bir öneride bulunmaktan çekiniyorum. Her birinin kendi üstün yanları olan çok sayıda iyi kitap var. Yine de aşağıdaki listeye elinizdeki kitabın doğal bir devamı olacağını düşündüğüm birkaç tanesini ekliyorum.

1 Alexanderson, G. L. (2000), *The Random Walks of George Pólya*, Washington, DC: Mathematical Association of America.

2 Belhoste, Bruno (1991), *Augustin-Louis Cauchy*, Berlin: Springer Verlag (orijinali Fransızca yayımlanmış).

3 Berndt, Bruce C. ve Rankin, Robert A. (1995), *Ramanujan: Letters and Commentary*, Providence, RI: American Mathematical Society.

4 Biggs, N., Llyod, E. ve Wilson, R. (1976), *Graph Theory 1736-1936*, Oxford: Oxford University Press.

5 Boyer, C. (1968), *A History of Mathematics*, New York: John Wiley & Sons.

6 Brewer, James W. ve Smith, Martha K. (1981), *Emmy Noether: A Tribute to Her Life and Work*, New York: Marcel Dekker.

7 Bucciarelli, L. L. ve Dworsky, N. (1980), *Sophie Germain: An Essay in the History of the Theory of Elasticity*, Dordrecht: D. Reidel.
8 Calinger, Ronald (1999), *A Contextual History of Mathematics*, New York: Prentice Hall.
9 Cooke, R. (1984), *The Mathematics of Sonya Kovalevskaya*, Berlin: Springer Verlag.
10 Dauben, J. W. (1979), *George Cantor*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
11 Dick, A. (1981), *Emmy Noether 1882-1935*, Basel: Birkhäuser Verlag (orijinali Almanca yayımlanmış).
12 Dunnington, G. W. (1960), *Carl Friedrich Gauss*, New York: Stechert-Hafner.
13 Gärding, L. (1998), *Mathematics and Mathematicians: Mathematics in Sweden before 1950*, Providence, RI: American and London Mathematical Societies.
14 Gillispie, C. C. ve diğerleri (2000), *Pierre Simon Laplace*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
15 Grattan-Guinness, I. (1972), *Joseph Fourier 1768-1830*, Cambridge, MA: MIT Press.
16 Hall, Torel, (1970), *Carl Friedrich Gauss*, Cambridge, MA: MIT Press.
17 Halmos, Paul R. (1985), *I Want to be a Mathematician*, Berlin: Springer Verlag.
18 Hankins, T. L. (1970), *Jean d'Alembert: Science and Enlightenment*, Oxford: Oxford University Press.
19 Hankins, T. L. (1980), *Sir William Rowan Hamilton*, Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
20 Hawkins, Thomas (2000), *The Emergence of the Theory of Lie Groups*, New York: Springer Verlag.
21 Heims, Steve J. (1980), *John von Neumann and Norbert Wiener: From Mathematics to the Technologies of Life and Death.* Cambridge, MA: MIT Press.
22 Herivel, John (1975), *Joseph Fourier. The Man and the Physicist*, Oxford: Clarendon Press.

23 Kaluza, R. (1966), *Through a Reporter's Eyes: The Life of Stefan Banach*, Basel: Birkhäuser Verlag (orijinali Lehçe yayımlanmış).
24 Kaufmann-Bühler, W. (1981), *Gauss, A Biographical Study*, Berlin: Springer Verlag.
25 Kennedy, Don H. (1983), *Little Sparrow: a Portrait of Sophia Kovalevskaya*. Athens, OH: Ohio University Press.
26 Koblitz, Ann (1983), *A Convergence of Lives*, Basel: Birkhäuser Verlag.
27 Laubenbacher, Reinhard ve Pengelley, David (1998), *Mathematical Expeditions: Chronicles of the Explorers*, Berlin: Springer Verlag.
28 Laugwitz, D. (1999), *Bernhard Riemann 1826-1866. Turning Points in the Conception of Mathematics*, Basel: Birkhäuser Verlag (orijinali Almanca yayımlanmış).
29 Lutzen, J. (1990), *Joseph Liouville 1809-1830*, Berlin: Springer Verlag.
30 Macrae, Norman (1992), *John von Neumann*, New York: Pantheon Books.
31 Masani, P. R., *Norbert Wiener 1894-1964*, Basel: Birkhäuser Verlag.
32 Maz'ya, Vladimir ve Shaposhnikova, Tatyana (1998), *Jacques Hadamard, a Universal Mathematician*, Providence, RI: American Mathematical Society.
33 Monastyrsky, Michael (1987), *Riemann, Topology and Physics*, Basel: Birkhäuser Verlag (orijinali Rusça yayımlanmış).
34 O'Donnell, Sean (1983), *William Rowan Hamilton: Portrait of a Prodigy*, Dublin: Boole Press.
35 Ore, Øystein (1957), *Niels Henrik Abel*, Minneapolis: University of Minnesota Press.
36 Parikh, C. (1991), *The Unreal Life of Oscar Zariski*, San Diego, CA: Academic Press.
37 Parshall, K. H. (1998), *James Joseph Sylvester: Life and Work in Letters*, Oxford: Oxford University Press.

38 Patterson, Elizabeth Chambers (1970), *Mary Somerville and the Cultivation of Science, 1815-1840*. Dordrecht: Martinus Nijhoff.
39 Regis, Ed. (1987), *Who got Einstein's Office?*, Reading, MA: Addison-Wesley.
40 Reid, Constance (1996), *Courant*, Berlin: Springer Verlag (orijinali başka bir adla yayımlanmış).
41 Reid, Constance (1970), *Hilbert*, Berlin: Springer Verlag.
42 Rigatelli, Laura Toti (1996), *Evariste Galois (1811-1832)*, Basel: Birkhäuser Verlag.
43 Schubring, Gert (ed.) [1966], *Hermann Günter Grassmann (1809-1877)*, Dordrecht: Kluwer.
44 Shiryaev, A. N. (ed.) [2000], *Kolmogorov in Perspective*, Providence, RI: American Mathematical Society.
45 Stillwell, John (1989), *Mathematics and Its History*, Berlin: Springer Verlag.
46 Stubhang, Arild (2000), *Niels Henrik Abel and His Times*, Berlin: Springer Verlag (orijinali Norveççe yayımlanmış).
47 Stubhang, Arild (2002), *The Mathematician Sophus Lie*, Berlin: Springer Verlag (orijinali Norveççe yayımlanmış).
48 Thiele, Rudiger (1982), *Leonhard Euler*, Berlin: Teubner.
49 Van Dalen, D. (1999), *Mystic, Geometer and Intuitionist. The Life of L. E. J. Brouwer*, Vol I. Oxford: Oxford University Press.
50 Weil, A. (1983), *Number Theory: An Approach Through History: From Hammurapi to Legendre*, Boston: Birkhäuser Verlag.
51 Wiener, Norbert (1953), *Ex-Prodigy - My Childhood and Youth*, New York: Simon & Schuster.
52 Wiener, Norbert (1956), *I am a Mathematician - The Later Life of a Prodigy*, Garden City, NY: Doubleday.
53 Yaglom, I. M. (1988), *Felix Klein and Sophus Lie*, Basel: Birkhäuser Verlag.

Derlemeler

Yaşam öykülerinin kahramanlarına ait yayınlara en kolay bu kişilerin eğer varsa toplu eserlerinden ulaşılabilir. Kitaptaki çoğu matematikçi için hemen hemen tüm eserlerini içine alan böylesi derlemeler mevcuttur. Benim yararlandığım baskıların bir listesi aşağıda. Görünüşe göre Jean-le-Rond d'Alembert, Adrien-Marie Legendre, Gaspard Monge, Sophie Germain, Siméon-Denis Poisson, Jean Victor Poncelet, Joseph Liouville, Gösta Mittag-Leffler, Sonya Kovalevskaya, E. H. Moore, Felix Hausdorff, Oswald Veblen, R. L. Moore, Richard Courant, J. W. Alexander ve P. S. Aleksandrov'un toplu eserleri mevcut değil.

Leonhard Euler (1911-14), *Leonhardi Euler opera omnia* (ed. Ferdinand Rudio ve diğerleri), Leipzig ve Berlin: Teubner.

Joseph-Louis Lagrange (1867-92), *Oeuvres de Lagrange* (ed. J.-A. Serret), Paris: Gauthiers-Villars.

Pierre-Simon Laplace (1878-1912), *Oeuvres complètes*. Paris: Gauthiers-Villars.

Joseph Fourier (1888-90), *Oeuvres de Fourier* (ed. Gaston Darboux), Paris: Gauthiers-Villars.

Carl Friedrich Gauss (1863), *Carl Friedrich Gauss Werke*, Göttingen: Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften.

Augustin Cauchy (1882-1911), *Oeuvres complètes d'Augustin Cauchy*, Paris: Gauthiers-Villars.

George Green (1871), *Mathematical Papers of the Late George Green* (ed. N. M. Ferrers), Londra: MacMillan.

Niels Abel (1839), *Oeuvres complètes de Niels Henrik Abel* (ed. Bernt Michael Holmboe), Christiania: Grøndahl.

Carl Jacobi (1881-91), *Gesammelte Werke von C. G. J. Jacobi* (ed. Carl Wilhelm Birchardt), Berlin: Georg Reimer.

Lejeune Dirichlet (1897), *C. Lejeune Dirichlect's Werke* (ed. Leopold Kronecker), Berlin: Georg Reimer.

William Rowan Hamilton (1931), *The Mathematical Papers of Sir William Rowan Hamilton* (ed. Arthur William Conway ve diğerleri), Cambridge: Cambridge University Press.

Hermann Grassmann (1894-1902), *Hermann Grassmanns Gesammelte Mathematische und Physicalische Werke* (ed. Friedrich Engel), Leipzig: Teubner.

Ernst Kummer (1975), *Ernst Eduard Kummer, Collected Papers* (ed. André Weil), Berlin: Springer Verlag.

Evariste Galois (1962), *Oeuvres d'Evariste Galois* (ed. Robert Bourgne ve J-P Azra), Paris: Gauthiers-Villars.

J. J. Sylvester (1904-12), *The Collected Mathematical Papers of James Joseph Sylvester* (ed. H. F. Baker), Cambridge: Cambridge University Press.

Karl Weierstrass (1894-1927), *Mathematische Werke von Karl Weierstrass*, Berlin: Mayer & Muller.

P. L. Chebyshev (1899-1907), *Oeuvres de P.L. Tchebychef* (ed. A. Markoff ve N. Sonin), Sen Petersburg: Académie des Sciences.

Arthur Cayley (1889-98), *Collected Mathematical Papers of Arthur Cayley*, Cambridge: Cambridge University Press.

Charles Hermite (1805-1917), *Oeuvres de Charles Hermite* (ed. Emile Picard), Paris: Gauthiers-Villars.

Leopold Kronecker (1895), *Leopold Kronecker's Werke* (ed. K. Hensel), Leipzig: Teubner.

Bernhard Riemann (1902), *Gesammelte Werke und Wissenschaftliche Nachlass* (ed. Heinrich Weber), Leipzig ve Berlin: Teubner.

Henry Smith (1894), *The Collected Papers of Henry John Stephen Smith* (ed. A. W. L. Glaisher), Oxford: Clarendon Press.

Richard Dedekind (1930), *Gesammelte Mathematische Werke* (ed. Robert Fricke ve diğerleri), Brunswick: Vieweg.

Sophus Lie (1960), *Gesammelte Abhandlungen* (ed. Friedrich Engel ve Paul Heegard), Leipzig: Teubner; Oslo: Aschebourg.

Georg Cantor (1962), *Gesammelte Abhandlungen* (ed. E. Zermelo), Hildesheim: Georg Olms Verlagsbuchhandlung.

Felix Klein (1921), *Gesammelte Mathematische Abhandlungen* (Robert Fricke ve A. Ostrowski), Berlin: Julius Springer.

Henri Poincaré (1916-56), *Oeuvres de Henri Poincaré* (ed. Paul Appell), Paris: Gauthiers-Villars.

David Hilbert (1932-35), *Gesammelte Abbildungen von David Hilbert*, Berlin: Julius Springer.

Jacques Hadamard (1968), *Oeuvres de Jacques Hadamard*, Paris: Central National de Recherche Scientifique.

Elie Cartan (1952-55), *Oeuvres Complètes*, Paris: Gauthiers-Villars.

Emile Borel (1972), *Oeuvres de Emile Borel*, Paris: Centre de Recherche Scientifique.

Teiji Takagi (1973), *The Collected Works of Teiji Takagi*, Tokyo: Iwanami Shoten.

G. H. Hardy (1966-79), *The Collected Papers of G. H. Hardy*, Oxford: Clarendon Press.

L. E. J. Brouwer (1975-76), *Collected Works* (ed. Arend Heyting), Amsterdam: North-Holland.

Emmy Noether (1983), *Collected Papers, Gesammelte Abbildungen* (ed. N. Jacobson), Berlin: Springer-Verlag.

Solomon Lefschetz (1971), *Selected Papers*, New York: Chelsea Publishing Company.

George Birkhoff (1950), *Collected Mathematical Papers* (ed. D.V. Widder ve diğerleri), New York: American Mathematical Society.

Hermann Weyl (1968), *Gesammelte Abbildungen* (ed. K. Chandrasekharan), Berlin: Springer Verlag.

George Pólya (1974-84), *Collected Papers* (ed. R. P. Boas), Cambridge MA: MIT Press.

Srinivasa Ramanujan (1927), *Collected Papers* (ed. G. H. Hardy), Cambridge: Cambridge University Press.

Stefan Banach (1979), *Oeuvres*, Varşova: Académie Polonaise des Sciences.

Norbert Wiener (1976-81), *Collected Works with Commentaries* (ed. P. Masani), Cambridge, MA: MIT Press.

Oscar Zariski (1972-79), *Collected Papers* (ed. H. Hironaka ve D. Mumford), Cambridge, MA: MIT Press.

John von Neumann (1961), *Collected Works* (ed. A. H. Taub), Oxford: Pergamon Press.

Teşekkür

Tarihsel bir çalışmada hemen hemen tüm ifadeleri belgelemek olağandır. Bu çalışmada ise böyle bir yol seçmek uygun olmayacaktır ama tarihçiler ya da bu yolu takip etmek isteyenler ilgili kaynaklara ulaşmakta sıkıntı yaşamayacaklar. Yukarıda verilen kapsamlı biyografilere atıfta bulunan aşağıdaki kısa liste bu anlamda yararlı olacaktır: Euler [48], d'Alembert [18], Laplace [14], Fourier [15, 22], Sophie Germain [7], Gauss [12, 16, 24], Cauchy [2], Abel [35, 46], Hamilton [19, 34], Liouville [29], Grassmann [43], Galois [42], Sylvester [37], Riemann [28, 33], Lie [20, 47, 53], Cantor [10], Klein [53], Sonya Kovalevskaya [9, 25, 26], Hilbert [41], Hadamard [32], Hausdorff [7], Cartan [20], Brouwer [49], Emmy Noether [6, 11], Pólya [1], Ramanucan [3], Courant [40], Banach [23], Wiener [21, 31, 51, 52], Zariski [36], Kolmogorov [44] ve von Neumann [21, 30].

Tüm ilgili maddeler bu sayfalara alınmak istendiğinde çok fazla yer tutacaktır. Özel bir konuda daha ayrıntılı bilgiye ulaşmak isteyen okuyucu *Biographical Dictionary of Mathematicians* (*Dictionary of Scientific Biography*'de yer alan matematikçilere ilişkin maddeler yer alır) ve *Isis Cumulative Bibliography* gibi referans kitaplardan kaynakçalara ulaşabilir. *Historia Mathematica* ve *Archive for History of Exact Sciences* gibi dergilerde de ilgili olabilecek makaleler bulunabilir.

Ölümlerden sonra kaleme alınan kısa anma yazıları değerli birer kaynak olsa da resmin bütününü çoğu kez vermez. Ron Calinger'in Euler üzerine yazdığı gibi biyografik özelliklere sahip tarihsel makaleler de hayli değerlidir.

Kitapta yer verilmiş olan uzunca alıntılar aşağıdaki kaynaklardan alınmıştır:

Lagrange, "Şimdiye kadar mekanikle ilgili..." *Mécanique Analytique* adlı eserinin önsözünden.

Monge, "Uzun boyluydu..." Fourier'nin *Dictionary of Scientific Biography*'de (New York: Charles Scribner's Sons, 1970) alıntılanan anma yazısından.

Laplace, "Cebirsel analiz..." *Exposition du Système du Monde* adlı eserinden. "Çalışmalarını okuyan herhangi..." Poisson'un Laplace'ın cenazesinde yaptığı konuşmadan.

Fourier, "İlk sebepleri bilmiyoruz..." *Théorie Analytique de Chaleur* adlı eserinin önsözünden (çeviren: Alexander Freeman, Cambridge, 1878).

Sophie Germain, "Ailesinin yalnızca...", " Uzun bir zamandır...", "Bu denemelerimi...", "Hiç şüphesiz...", " Ne yazık ki...", "Mösyö Penerty benim...", "Böyle gurur okşayıcı ve değerli...", "Son mektubunuz...", "Sağlığım berbat durumda...", "Matmazel Germain...", Libri'nin anma konuşmasından (çeviri [7]).

Poisson, "Poisson hiçbir zaman..." Libri'nin anma konuşmasından. "Bir matematikçinin şöhreti..." Larousse'a (*Grand Dictionnarie Universel du XIX Siècle*, Paris, 1874) girmiş yazarı belirsiz bir metinden.

Poncelet, "Hayli katı biri..." [2]'de çeviri olarak alıntılanmış.

Cauchy, "Yöntemlere gelince..." [2]'de çeviri olarak alıntılanmış.

Abel, "Legendre hayli nazik..." [46]'da çeviri olarak alıntılanmış. "Abel'in tüm çalışmaları..." *Journal für die Reine und Angewandte Mathematik*, **4** (1829)'da yayımlanan Crelle imzalı "Obituary" (Anma Yazısı) başlıklı yazıdan ([46]'da çeviri olarak alıntılanmış).

Jacobi, "Abel'den daha az..." C. F. Klein'dan (*Vorlesungen über die Entwicklung der Mathematik im 19. Jahrhundert*, Berlin, Julius Springer, 1926-27).

Dirichlet, "Bu kitap onun..." Dirichlet'in *Werke* adlı eserinde yer alan Kummer'in "Obituary" (Anma Yazısı) başlıklı yazısından. "Dirichlet verdiği dersin..." Hirst'ün Royal Institution'daki günlüğünden aktarılarak J. Helen Gardner ve Robin J. Wilson'ın yazısında (*American Mathematical Monthly*, **100**, 1993) alıntılanmıştır.

Grassmann, "Burada ortaya koyduğum..." *Ausdehnungslehre* adlı eserinin 1862 baskısının önsözünden ([43]'te çeviri olarak alıntılanmış).

Galois, "Mösyö Galois'nın kanıtlarını..." ve " Yaşamımda çoğu kez..." [42]'de çeviri olarak alıntılanmış.

Sylvester, "Beyaz sakalı ve...", "Çok ilginç biriydi..." (W. P. Durfee'yle sözlü görüşme), "Sylvester'ın kendi çalışmasına..." Max Noether'in kaleme aldığı *Matematische Annalen*'de (**50**, 1898) çıkan "Obituary" (Anma Yazısı) başlıklı yazıdan.

Weierstrass, "Bir sabah...", "Başarı büyük ölçüde...", *Werke*'de alıntılanmış. "Bilimsel açıdan...", "Şu anda...", "Biçim açısından..." [14]'te alıntılanmış.

Çebışev, "Çok fazla ders..." A. M. Markov ve N. Y. Sonine'in *Oeuvres*'da yer alan incelemelerinden. "Antik dönemden beri..." *Oeuvres*'da alıntılanmış.

Cayley, "Bay Cayley Stone Buildings'e..." Tony Crilly'nin *Notes and Records of the Royal Society*'de (**52**[2], 1998) yayımlanan "The Young Arthur Cayley" başlıklı yazısından. "Cayley'in ilk sözleri..." Karl Pearson'ın *Mathematical Gazette*'de (**20**, 1936) yayımlanan "Old Tripos Days at Cambridge" adlı yazısından.

Kronecker, "Kronecker'in sayılar kuramı..." Hensel'in, Kronecker'in *Lectures on Number Theory* adlı eserine yazdığı önsözden. "İşte o Kronecker..." C. F. Klein'dan (*Vorlesungen über die Entwicklung der Mathematik im 19. Jahrhundert*, Berlin, Julius Springer, 1926-27).

Riemann, "Bu konu üzerine...", "Tüm fizik yasalarının..." *Briefe an Familienangehörige*.

Berlin'deki *Cod. Ms. Nachlass*'ta. Bernhard Riemann, Staatsbibliothek Preussicher Kulturbesitz, [28]'de çeviri olarak alıntılanmıştır.

Dedekind, "Bir Brunswick'li olarak...", "Bir sonraki kış döneminin..." *Werke*'de alıntılanmış.

Lie, "Kafasında mayalanmakta...", "Dönüşüm grupları...", "Akademide hepsi de çok...", "Darboux benim çalışmamı...", "Kocamın Lie'yle ilişkisi..." [47]'de çeviri olarak alıntılanmış.

Cantor, "Hiç kimse içine düşeceği..." ve "Olumlu yeni sonuçlar..." [11]'de çeviri olarak alıntılanmış.

Klein, "1870'in Temmuz ayında..." [53]'te alıntılanmış. "İçinde bulunduğumuz...", "Uzay sezgisinde..." *The Evanston Colloquium Lectures* adlı eserden (New York, Macmillan, 1893).

Kovalevskaya, "Kaluga'dan taşraya...", "Sen Petersburg'da benim..." [25] ve [26]'da alıntılanmış.

Poincaré, "On beş gün boyunca...", "Ecole des Mines'ın düzenlediği...", "Daha sonra pek başarı..." *Science and Method* (Nelson, 1914) adlı eserde çevirisi alıntılanan "Mathematical Discovery" adlı makalesinden.

Hilbert, "Eski kayıtlara göz atarsanız...", "Tüm zamanını...", "Sayı cisimleri kuramı...", "Elinizdeki bu rapor...", "Dersleri biçimsel olarak...", "Hilbert bütünüyle...", "Brouwer ile Hilbert'i...", "Onun dönemindeki..." Courant'ın Yale'de yaptığı ve *Mathematical Intelligencer*'de (**3**, 1981) çıkan "Reminiscences of Hilbert's Göttingen" konulu konuşmadan alıntılanmıştır.

Hadamard, "*Analysis situs*, integral analizin..." MacCleary ve Rowe tarafından alıntılanan Columbia University'de yapılan konuşmalardan. "Neredeyse tek bir sözcük..." [32]'de çeviri olarak alıntılanmış.

Borel, "Tavırları tumturaklı..." E. F. Collingwood, "Obituary" (Anma Yazısı), *Journal of the London Mathematical Society*, **34** (1959).

Takagi, "O zamanlar Fuchs ve Schwarz...", "Göttingen ve Berlin'deki...", "Çalışma konusuna ilişkin..." Sınıf cisim kuramı üzerine 1998'de Tokyo'da düzenlenen uluslararası sempozyumda S.

İyanaga'nın yaptığı "Reminiscences" adlı konuşmadan alıntılanmıştır.

Brouwer, "Genellikle makaleleri..." [49]'da çeviri olarak alıntılanmıştır.

Emmy Noether, "Onunla ilk kez karşılaşan..." Hermann Weyl'in Noether'in cenazesinde yaptığı anma konuşmasından. *Scripta Mathematica*'da (**3**, 1935) yayımlandı.

R. L. Moore, "Bence düpedüz...", "Moore şahsen...". Bu alıntılar sözlü tarih projesi *The Princeton Mathematical Community in the 1930s* kapsamında A. L. Tucker'la yapılan söyleşilerden çıkarılmıştır.

Lefschetz, "İnsanlar önce karar vermeli...", "Lefschetz çok açık sözlü...", "Onunla ilgili bir diğer şey...". Bu alıntılar sözlü tarih projesi *The Princeton Mathematical Community in the 1930s* kapsamında A. L. Tucker'la yapılan söyleşilerden çıkarılmıştır.

Birkhoff, "Aramızdaki bu güzide grupla..." *Fifty Years of American Mathematics* adlı eserden (Providence, RI). American Mathematical Society ellinci yıl konuşmaları, 1938.

Pólya, "Öncelikle bir Pólya..." [1]'de çeviri olarak alıntılanmış. "Bu kitabın, gerçekdışı..." Pólya ve Szegö'nün 1925 tarihli *Aufgaben und Lehrsätze aus der Analysis* adlı eserlerinin önsözünden alıntılanmıştır.

Ramanucan, "Kısa, kaba, kalın...", "Açık bir ten..." [3]'te alıntılanmış.

Alexander, "Genelde *analysis situs*...", "(Alexander) lisans ve lisansüstü...", "Alexander gençlik günlerinde..." (bu yaşam öyküsünün bir versiyonu *Bulletin of the Mathematical Society*'de (**38**, 2001) çıkmıştır). Bu alıntılar sözlü tarih projesi *The Princeton Mathematical Community in the 1930s* kapsamında A. L. Tucker'la yapılan söyleşilerden çıkarılmıştır.

Banach, "Banach'ın çalışmalarına tanıklık..." (Steinhaus), "Banach elbette...", "Banach'ın mükemmel bir...", "Bu doğru ama..." [23]'te çeviri olarak alıntılanmış.

Wiener, "Çalışkan bir ikinci sınıf...", "Yılların yok edemediği...". Hans Freudenthal'ın kaleme aldığı *Dictionary of Scientific*

Biography'de (New York, Charles Scribner's Sons, 1970) yer alan Wiener'in yaşam öyküsünden.

Aleksandrov, "Yaklaşık 1920 ile...", "Courant matematik okulunun...", "Matematiğin Göttingen'inin canlı yaşamı..." P. S. Aleksandrov'un *Russian Mathematical Surveys*'de (**35**, 1980) çıkan "Pages from an Autobiography" adlı yazısından.

Kolmogorov, "Sınıflar kalabalık değildi...", "Moskova matematik dünyasında...", "Kolmogorov'la olan dostluğun..." [44]'ten alıntılanmıştır.

Kitapta yer verilen yeniden yapım portrelerin çoğu ilgili matematikçinin yukarıda listelenen toplu eserlerinden alınmıştır. Diğerlerinin alındığı kaynaklar da aşağıdaki gibidir:

Leonhard Euler; Thiele, Rudiger (1982). *Leonhard Euler*, Berlin: Teubner.

Jean-le-Rond d'Alembert, Ecole Polytechnique.
Gaspard Monge, Ecole Polytechnique.
Pierre-Simon Laplace, Ecole Polytechnique.
Adrien-Marie Legendre, Académie des Sciences.
Joseph Fourier, Ecole Polytechnique.
Sophie Germain, Lycée Sophie Germain.
Carl Friedrich Gauss, Universitäts Bibliothek, Basel.
Siméon-Denis Poisson, Ecole Polytechnique.
Jean Victor Poncelet, Académie des Sciences.
Augustin-Louis Cauchy, Ecole Polytechnique.
Niels Abel, Acta Mathematica.
William Rowan Hamilton, Royal Irish Academy.
Joseph Liouville, Ecole Polytechnique.
J. J. Sylvester, özel koleksiyon.
Arthur Cayley, London Mathematical Society.
Bernhard Riemann, Universitäts Bibliothek, Göttingen.
Gösta Mittag-Leffler, Institut Mittag-Leffler, Stockholm.
Sonya Kovalevskaya, Acta Mathematica.
Henri Poincaré, Acta Mathematica.

David Hilbert, Reid, Costance (1970), *Hilbert*, Berlin: Springer Verlag.

E. H. Moore, University Library, University of Chicago.

Felix Hausdorff, Matematische Forschunginstitut, Oberwolfach.

Teici Takagi, Profesör S. İyanaga.

Oswald Veblen, American Mathematical Society.

Emmy Noether, University Library, Bryn Mawr College.

R. L. Moore, Centre for American History, Austin.

George Pólya, ETH Bibliothek, Zürich.

Richard Courant, Mathematische Forschunginstitut, Oberwolfach.

J. W. Alexander, Mathematische Forschunginstitut, Oberwolfach.

Stefan Banach, Stefan Banach Merkezi, Varşova.

P. S. Aleksandrov, Rossiiskaya Akademiya Nauk.

A. N. Kolmogorov, Russian Mathematical Surveys.

Kitapta Geçen Kurumların Türkçe Karşılıkları

Aberdeen Proving Ground: Aberdeen Eğitim Sahası
Academic Assistance Council: Akademik Yardım Konseyi
Académie (Royale) des Sciences: Fransız Bilimler Akademisi
Académie Française: Fransız Akademisi
Accademia delle Scienze di Torino: Torino Bilimler Akademisi
Akademie Göttingen: Göttingen Akademisi
American Emergency Committee in Aid of Displaced German Scholars: Yerinden Edilen Alman Bilginlerine Acil Amerikan Yardımı Komitesi
American Mathematical Society: Amerikan Matematik Derneği
Analytical Society: Analitik Derneği
British Association for the Advancement of Science: Britanya Bilim Kurumu
Brown University: Brown Üniversitesi
Budapesti Müszaki és Gazdaságtudományi Egyetem: Budapeşte Teknoloji ve Ekonomi Üniversitesi
Bureau des Longitudes: Boylam Bürosu
California Institute of Technology: Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü
Centre National de la Recherche Scientifique: Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezi
Cincinnati Observatory: Cincinnati Gözlemevi
Clark University: Clark Üniversitesi
Collège de France: Fransız Koleji

Collège de Montaigu: Montaigu Koleji
Collège de Quatre Nations: Dört Ulus Koleji
College of New Jersey: New Jersey Koleji
Collège Saint-Louis: Saint-Louis Koleji
Columbia University: Columbia Üniversitesi
Comité de Salut Public: Halkın Güvenliği Komitesi
Commissione per le Scienze e le Arti: Bilim ve Sanat Komisyonu
Congrégation de la Sainte Vierge: Sainte Vierge Kongregasyonu
Conseil Royal de L'Instruction Publique: Kraliyet Kamu Eğitimi Konseyi
Conseil Royal de L'Université: Kraliyet Üniversite Konseyi
Conservatoire des Arts et Métiers: Sanat ve Zanaat Konservatuvarı
Contarctors for Lotteries: Piyango Yüklenicileri
Courant Institute: Courant Enstitüsü
Det Kongelige Frederiks Universitet: Kral Frederik Üniversitesi
Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab: Norveç Kraliyet Bilim Derneği
Det Norske Videnskaps-Akademi: Norveç Bilimler Akademisi
Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina: Alman Ulusal Bilimler Akademisi
Deutsche Mathematiker Vereinigung: Alman Matematik Derneği
Direcetion des Inventions: Buluşlar İdaresi
Dunsink Observatory: Dunsink Gözlemevi
Ecole (Royale) Militaire: (Kraliyet) Harp Okulu
Ecole Centrale des Arts et Manufactures: Uygulamalı Sanatlar Merkez Okulu
Ecole Centrale des Travaux Publics: Kamu Çalışmaları Merkez Okulu
Ecole d'Applications: Uygulama Okulu
Ecole des Mines: Madencilik Yüksekokulu
Ecole des Ponts et Chaussées: Köprü ve Yol Okulu
Ecole Navale: Deniz Harp Okulu
Ecole Normale (Supérieure): (Yüksek) Öğretmen Okulu
Ecole Royale du Génie Militaire: İstihkâm Okulu
Eidgenössische Technische Hochschule: İsviçre Federal Teknik Yüksekokulu
Equity and Law Life Assurance Company: Adalet ve Yasa Yaşamı Şirketi
Fifth Avenue Church: Fifth Avenue Kilisesi
Freiburg Hochshule für Technik und Architectur: Freiburg Politeknik Okulu
Georg-August-Universität: Georg-August Üniversitesi
Gesellschaft der Wissenschaften: Bilim Derneği

Graduate Center of Mathematics: Lisansüstü Matematik Merkezi
Grande Armée: Büyük Ordu
Greenwich Observatory: Greenwich Gözlemevi
Guggenheim Foundation: Guggenheim Vakfı
Harvard University: Harvard Üniversitesi
HaUniversita HaIvrit BeYeruşalayim: Kudüs İbrani Üniversitesi
Helsingin Yliopisto: Helsinki Üniversitesi
Hôpital Cochin: Cochin Hastanesi
Illinois Institute of Technology: Illinois Teknoloji Enstitüsü
Institut d'Egypte: Mısır Enstitüsü
Institut de France: Fransa Enstitüsü
Institut de Marat: Marat Enstitüsü
Institut Henri-Poincaré: Henri Poincaré Enstitüsü
Institut Mittag-Leffler: Mittag-Leffler Enstitüsü
Institute for Advanced Study: İleri Çalışmalar Enstitüsü
Institute for Mathematical Sciences: Matematik Bilimleri Enstitüsü
Institute of Actuaries: Aktüerler Enstitüsü
International Education Board: Uluslararası Eğitim Kurulu
Iowa State University: Iowa Eyalet Üniversitesi
Johns Hopkins University: Johns Hopkins Üniversitesi
Karlsruhe Technische Hochshule: Karlsruhe Teknik Yüksekokulu
Kiyevskiy Natsionalniy Universitet: Kiev Üniversitesi
Københavns Universitet: Kopenhag Üniversitesi
Koninklijk Wiskundig Genootschap: Hollanda Matematik Derneği
Koninklijke Akademie van Wetenschappen: Amsterdam Bilimler Akademisi
Kungliga Vetenskapsakademien: İsveç Bilimler Akademisi
L'Assembleé Constituante: Kurucu Meclis
Lefschetz Center for Dynamical Systems: Lefschetz Dinamik Sistemler Merkezi
Lewis Institute: Lewis Enstitüsü
London Mathematical Society: Londra Matematik Derneği
London School Board: Londra Okul Teftiş Kurulu
Louisiana State University: Louisiana Eyalet Üniversitesi
Lunds Universitet: Lund Üniversitesi
Lycée Louis-le-Grand: Louis-le-Grand Lisesi
Massachusetts Institute of Technology: Massachusetts Teknoloji Enstitüsü
Mathematical Association of America: Amerika Matematik Birliği

Mathematische Gesellschaft: Matematik Derneği
Mathematisches Institut: Matematik Enstitüsü
Moskovskiy Gosudarstvennıy Universitet: Moskova Devlet Üniversitesi
Moskovskoye Matematiçeskoye Obşestvo: Moskova Matematik Derneği
Nancy Université: Nancy Üniversitesi
National Academy of Sciences (of Washington): (Washington) Ulusal Bilimler Akademisi
National Research Council: Ulusal Araştırma Konseyi
Nederduits Gereformeerde Kerk: Hollanda Reform Kilisesi
New York Mathematical Society: New York Matematik Derneği
New York University: New York Üniversitesi
Nissen's Latin-og Realskole: Nissen's Latin Ortaokulu
Northwestern University: Northwestern Üniversitesi
Observatoire de Paris: Paris Gözlemevi
Office of Naval Research: Deniz Araştırmaları İdaresi
Office of the Scientific Research and Development: Bilimsel Araştırma ve Geliştirme İdaresi
Ohio State University: Ohio Eyalet Üniversitesi
Politechnika Lwówska: Lviv Politeknik Okulu
Polska Akademia Nauk: Polonya Bilimler Akademisi
Polska Akademia Umiej tno ci: Polonya Sanat Akademisi
Polskie Towarzystwo Matematyczne: Polonya Matematik Derneği
Preussische Kriegsakademie: İmparatorluk Harp Akademisi
Preussischen Akademie der Wissenschaften: Prusya Bilimler Akademisi
Princeton Hospital: Princeton Hastanesi
Princeton Theological Seminary: Princeton Ruhban Okulu
Princeton University: Princeton Üniversitesi
Regie Scuole di Artiglieria: Kraliyet Topçu Okulu
Research Institute for Advanced Studies: İleri Çalışmalar Araştırma Kurumu
Rice Institute: Rice Enstitüsü
Rockefeller International Education Board: Rockefeller Uluslararası Eğitim Kurulu
Rockefeller's University of Chicago: Chicago Rockefeller Üniversitesi
Rossiiskaya Akademiya Nauk: Rusya İmparatorluk Bilimler Akademisi
Royal Astronomical Society: Kraliyet Astronomi Derneği
Royal Irish Academy: İrlanda Kraliyet Akademisi

Royal Society of London: Londra Kraliyet Derneği
Royal War Academy: Kraliyet Harp Akademisi
Sankt-Petersburgskaya Gosudarstvennaya Universitet: Sen Petersburg Devlet Üniversitesi
School of Mathematics: Matematik Okulu
Société d'Arcueil: Arcueil Derneği
Société des Amis du Peuple: Halkın Dostları Derneği
Société des Gens de Letters: Fransız Yazın Adamları Derneği
Société Mathématique de France: Fransa Matematik Derneği
Société Philomatique de Paris: Paris Bilim Sevenler Derneği
Sovyetskaya Akademiya Nauk: Sovyet Bilimler Akademisi
Stanford University: Stanford Üniversitesi
Sternwarte Göttingen: Göttingen Gözlemevi
Stortinget: Norveç Parlamentosu
Technische Hochschule Berlin: Berlin Politeknik Okulu
Teikoku Daigaku: İmparatorluk Üniversitesi
The East India Company: Doğu Hindistan Kumpanyası
The Rockefeller Foundation: Rockefeller Vakfı
Theologische und Philosophische Akademie: İlahiyat ve Felsefe Akademisi
Tokyo Daigaku: Tokyo Üniversitesi
Tokyo Teikoku Daigaku: Tokyo İmparatorluk Üniversitesi
Tulane University: Tulane Üniversitesi
United States Military Academy: Birleşik Devletler Harp Akademisi
Università di Pisa: Pisa Üniversitesi
Università di Roma: Roma Üniversitesi
Universität Basel: Basel Üniversitesi
Universität Berlin: Berlin Üniversitesi
Universität Bonn: Bonn Üniversitesi
Universität Breslau: Breslau Üniversitesi
Universität Dorpat: Dorpat Üniversitesi
Universität Erlangen: Erlangen Üniversitesi
Universität Frankfurt: Frankfurt Üniversitesi
Universität Freiburg: Freiburg Üniversitesi
Universität Giessen: Giessen Üniversitesi
Universität Göttingen: Göttingen Üniversitesi
Universität Greifswald: Greifswald Üniversitesi

Universität Halle: Halle Üniversitesi
Universität Hamburg: Hamburg Üniversitesi
Universität Helmstedt: Helmstedt Üniversitesi
Universität Königsberg: Königsberg Üniversitesi
Universität Leipzig: Leipzig Üniversitesi
Universität Münster: Münster Üniversitesi
Universität Tübingen: Tübingen Üniversitesi
Universität Wien: Viyana Üniversitesi
Universität zu Köln: Köln Üniversitesi
Université de Bordeaux: Bordeaux Üniversitesi
Université de Caen: Caen Üniversitesi
Université de Lille: Lille Üniversitesi
Université de Lyon: Lyon Üniversitesi
Université de Montpellier: Montpellier Üniversitesi
Université de Neuchâtel: Neuchâtel Üniversitesi
Université de Paris: Paris Üniversitesi
Université de Poitiers: Poitiers Üniversitesi
Universiteit Leiden: Leiden Üniversitesi
Universiteit van Amsterdam: Amsterdam Üniversitesi
Universitetet i Christiania: Christiania Üniversitesi
Universitetet i Oslo: Oslo Üniversitesi
University of Aberdeen: Aberdeen Üniversitesi
University of California: Kaliforniya Üniversitesi
University of Cambridge: Cambridge Üniversitesi
University of Chicago: Chicago Üniversitesi
University of Denver: Denver Üniversitesi
University of Kansas: Kansas Üniversitesi
University of London: Londra Üniversitesi
University of Madras: Madras Üniversitesi
University of Maine: Maine Üniversitesi
University of Melbourne: Melbourne Üniversitesi
University of Michigan: Michigan Üniversitesi
University of Missouri: Missouri Üniversitesi
University of Nebraska: Nebraska Üniversitesi
University of Oxford: Oxford Üniversitesi
University of Pennsylvania: Pennsylvania Üniversitesi

University of Tennessee: Tennessee Üniversitesi
University of Texas: Teksas Üniversitesi
University of Virginia: Virginia Üniversitesi
University of Wisconsin: Wisconsin Üniversitesi
Universytet Jana Kazimierza: Jan Kazimierz Üniversitesi
Uniwersytet Jagiellański: Jagellon Üniversitesi
Uniwersytet Wroclawski: Wroclaw Üniversitesi
Uppsala Universitet: Uppsala Üniversitesi
Washington University: Washington Üniversitesi
Westinghouse Electric and Manufacturing Company: Westinghouse Elektrik ve Üretim Şirketi
Yale University: Yale Üniversitesi