Sevgi mi Nefret mi?

Matematik Aşkı

Matematik Efsaneleriyle Savaşmak

Reuben Hersh / Vera John-Steiner

Matematik



doruk

Matematik Aşkı

DORUK / Matematik
Matematik Aşkı

Yazar:
Reuben Hersh / Vera John-Steiner

Çeviren:
Özlem Kesici

Editör:
Anıl Ceren Altunkanat

Kapak Tasarımı:
Doruk Can Koçak

Sayfa Tasarımı:
Cafer Çakmak

© Doruk Yayımcılık 2016
Tüm hakları saklıdır. Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz.

ISBN: 978-975-553-657-6

Baskı: Mart 2016

Baskı-Cilt:
Barış Matbaa Mücellit – Ali Laçin
Davutpaşa Cad. Güven San.Sit.C Blok No:286
Topkapı/İst. Tel: 0212 567 11 00

doruk

e-posta: bilgi@dorukkitap.com
www.dorukyayinlari.com
Sertifika no:13086

Sevgi mi Nefret mi?

Matematik Aşkı

Matematik Efsaneleriyle Savaşmak

Reuben Hersh / Vera John-Steiner

Çeviren
Özlem Kesici

doruk

İÇİNDEKİLER

Önsöz 7

1. *Matematiksel Başlangıçlar* 17

2. *Matematik Kültürü* 55

3. *Avuntu Olarak Matematik* 99

4. *Bağımlılık Olarak Matematik* 117

5. *Arkadaşlıklar ve Ortaklıklar* 149

6. *Matematik Toplulukları* 187

7. *Matematikte Cinsiyet ve Yaş* 239

8. *Matematiği Nasıl Öğretmeli?* 285

9. *Okul Matematiği: Sevmek ya da Nefret Etmek* 315

Sonuç 349

Biyografiler 355

Notlar 403

Önsöz

Bu kitap, matematik üzerine yazılmış çoğu kitaptan farklı olarak, matematikçiler, onların matematiğe olan sıradışı tutkuları ve yaşamlarının zorluğu hakkında. Bu kitapta, matematiğe adanmış yaşamın sosyal ve duygusal taraflarını vurguluyoruz.

Öklid ve Newton'un büyük ve ünlü çalışmalarında, aksiyom ve teoremleri buluyoruz. Matematik hiçbir açıklamaya gerek duymaz görünüyor. Ne birinci kişi konuşuyor, ne de ikinci kişiye işaret ediliyor: "İşte Gerçek, İşte Kanıt, söylenecek başka bir şey yok". Platon ve Descartes'ın çalışmalara baktığımızda, matematiksel düşüncenin saf mantık, mükemmel ve sonsuz bir yetenek olarak görüldüğünü gözlemliyoruz. Matematikçinin düşünceleri, duyguları ve sıkıntıları buna dâhil değil.

Ama bu mükemmelliğin insan yaratımı olduğunun farkına varmak çok zor değil. Matematik, düşünen insanoğlunun yarattığı yapay bir yapı. Doğrusu, bu durum şairlere, roman ve oyun yazarlarına hiç yabancı değildir. Matematikçiler, diğer tüm insanlar gibi, kendi zaman, mekân ve kültürlerinin içinde; toplumsal ve duygusal etkilere açık bir şekilde düşünürler. Matematiksel bilgi oluşturmak gibi herhangi büyük bir çalışmada, tüm insanlığımızı işin içine katarız. Akıl yürütmenin yanı sıra, matematiksel çalışma, keşfin coşkusunu, bilinmezle mücadeleyi ve başka birçok duyguyu da içerir. Savaş, politik baskı, cinsiyetçilik ve ırkçılık gibi toplumsal gerçeklikler, farklı dönemlerde toplumu ve matematikçileri etkiledikleri gibi, çalışmayı da şekillendirirler.

Günümüzde, düşünce ve duygu arasındaki ilişki, bilimsel araştırmanın önemli derecede etkin bir alanıdır. Yakın zamanda, sinirbilimci Antonio Damasio ve bir iş arkadaşı şöyle yazdılar: "Modern biyoloji, insanların temelde duygusal ve sosyal yaratıklar olduğunu ortaya koydu. Yine de eğitim alanında olan bizler, akıl yürütme, karar verme, dile, okumaya ve matematiğe ilişkin süreçler gibi okullarda öğretilen yüksek bilişsel becerilerin mantıklı, bedenden ayrı sistemler olarak işlemediklerini gözden kaçırıyoruz. Bu bilişsel beceriler, duygudan ve bedenden ayrılar ama yine de bir şekilde onlardan etkileniyorlar. Gizli duygusal süreçler, bizim görünüşte mantıklı olan gerçek dünyaya ilişkin karar verme ve öğrenme becerilerimizin altında yatıyor."[1] Bütünüyle mantıksal karar verme oldukça yapısal durumlarda olası olsa da, "bu becerilerin ve bilginin, okulun ve laboratuvarın yapısal bağlamının dışında"[2] kullanışlı bir şekilde görev alması için duygusal düşünmenin gerekli olduğuna işaret ediyorlar.

Gerçekten de matematiksel tecrübe heyecanın ve umutsuzluğun ikiz kutupları arasında ilerliyor. Kabul etmek gerekir ki umutsuzluk acemiler için daha tanıdık ve heyecan büyük kâşiflerle daha ilişkilidir. Ama bu zıt duygular her matematiksel çalışma sürecinde, her seviyede pusu kurmuş bekliyor. Erken çocukluk, olgunluk ve ihtiyarlıktaki matematiksel tecrübeler arasındaki derin duygusal bağlantılar bu kitaptaki önemli bir içeriktir.

Matematiksel yaşamının bu farklı görünümlerini ortaya çıkarmak için çok sayıda biyografi ve otobiyografi okuduk. Sayılarla ve soyutlamayla yaşamanın tuhaflıklarından zevk alan ve bunlara gülen çok sayıda matematikçinin sevgiyle anılan hayat hikâyelerini aktardık. Çoğunlukla tanınmış matematikçilerin kendileri hakkındaki konuşmalarına yer verdik.

Temel amaçlarımızdan biri, alanın ve onun uygulayıcılarının çarpıtılmış ve basmakalıp görünümlerinin üstesinden gelmek.[3]

Bunların ilki matematikçilerin diğer insanlardan farklı ve duygusal karmaşıklıktan yoksun oldukları efsanesi.

Karmaşık soyut akıl yürütmeyle ilgilenmek için, araştırmacının duyguyu düşüncenin dışında tutması gerektiği şeklinde yaygın bir inanç var. İlk dört bölümümüz bunu çürütüyor. Bir matematikçinin, diğer herkes gibi, çocuklukta ve gençlikteki fiziksel ve duygusal yetişme ve daha sonraki yıllarda arkadaşlık ve karşılıklı destek tarafından sürdürülen bir duygusal yaşamı vardır.

Duygusal hayatta dengeyi sağlamak çok kolay değildir; bu matematikle ilgilenenler için özellikle çok daha zordur; açıkça belirlenmiş bir yol olmadan kesinliğin peşinde olmak onları bazen umutsuzluğa sürükleyebilir. Matematikçilerin kendi özel, ayrı düşünce dünyalarında kendilerini matematiğe vermeleri, matematikteki başarılarının ve aldıkları hazzın merkezindedir. Tabii tüm yaratıcı işler destek gerektirir. En yakınlarının kavrayışından oldukça uzak bir zihinsel dünyanın tuzağındaki matematikçinin, psikolojik olarak yalıtılmış hissetme riski vardır. Böyle bir yalıtılmışlığı yoğun olarak hisseden, varoluşları üzerinde büyük yük olarak taşıyan bazı matematikçilerden bahsedeceğiz. Savaşın acı etkilerine ve işkencelerine karşı matematiğin açıklığının ve güzelliğinin bir duygusal barınak sağladığı başkalarından da söz edeceğiz. Ortak nokta matematiği sevmek ve matematikten nefret etmek.

İlk bölümde bir çocuğun bir matematikçi olmaya nasıl başladığını sorarak yola çıkacağız. Bazı genç insanların tecrübe ettiği, keşfetmenin heyecanını ve uğraşmanın gücünü araştıracağız. Uluslararası matematik olimpiyatlarındaki genç adayları ve onların ebeveynlerini dinleyeceğiz. Matematikçileri mezuniyet sonrası yılları boyunca takip edeceğiz. Matematiksel etkinliğe eşlik eden duygular arasında, yakınlığı ve şüpheyi, hayal kırıklığı ve sevinci, dostluğu ve rekabeti, arkadaşlığı ve kıskançlığı göreceğiz.

Matematik kültürü, ikinci bölümün konusu. Bir topluluğa uyum sağlamak; değerlerin paylaşımını, bilişsel yaklaşımı, sos-

yal inançları ve uygulamaları içerir. Bu, çok gerekli olan insani ve profesyonel bağları koparabilecek olan iç gerilimlerle başa çıkmanın yollarını da kapsar. Matematik tarihinde başı çeken son üç olaydan bahsedeceğiz: Fermat'ın Son Teoremi'nin kanıtlanması; dinamikte 'kaos' olarak bilinen bir grup fenomenin tanınması; Poincaré sanısını da içeren, 4-boyutlu topolojideki Thurston programının kanıtlanması. Bu, tek bir amaca odaklı adanmışlığın bedelini ve matematikçinin üne karşı hissettiği çelişik duyguları bize gösteren iki büyük geometriciyi, Grisha Perelman ve S.-T. Yau'yu içeriyor. Kaliforniya Üniversitesi profesörü Jenny Harrison'ın çabalarından da bahsedeceğiz. (Matematikçilerin ve bilim adamlarının biyografik dizini kitabın sonundadır.)

Üçüncü bölümde, baskıdan ve tutukluluktan bir kaçış olarak, insanların çalıştıkları alanlarda buldukları teselli hikâyelerini ortaya koyacağız. Napolyon'un yenik ordusunda esir bir memur olan, Sibirya'da tutukluyken geometride büyük keşifler yapan Jean-Victor Poncelet'le başlayıp hapiste arkadaşlarına öğretmen olan, onlara yaşama umudu ve kararlılığı veren Uruguaylı José Luis Massera ile devam edeceğiz.

Matematiğin olası bağımlılık yapıcı doğası dördüncü bölümde inceleniyor. İnsanı sadece matematik için yaşamaya iten nedir? Eğer bu uğraşı bir saplantı haline gelirse, olası ruhsal etkileri nelerdir? 20. yüzyılın en büyük matematikçilerinden biri olan, hayatını uzmanlığına adadıktan sonra inzivaya çekilen, çalışma arkadaşlarını ve 20. yüzyılın geçerli değerlerini ardında bırakan Alexandre Grothendieck'ın hikâyesine bakacağız. André Bloch, Fransa Charenton'da kaldığı akıl hastanesinde günlük matematik çalışmalarını disiplinle sürdürdü ve tek değerli fonksiyonlar üzerine uzmanlaştı. En iyi bilinen çılgın matematikçi, 'Unabomber' olarak da anılan, psikopatolojisi matematiksel akıl yürütmenin tehlikeli bir parodisi gibi görünen Ted Kaczynski'dir. Büyük mantıkçı Kurt Gödel'in trajik sonu dehaya eşlik eden paranoyayı gösteriyor.

Listemizdeki dört efsaneden ikincisi, *matematiğin yalnız yapılan bir uğraşı olduğu düşüncesi*, bunu beşinci ve altıncı bölümlerde çürütüyoruz.

Yoğun ve sürekli düşünme eylemi, sessiz bir ortam ve iyice odaklanmış bir zihin gerektirir; ama disiplin, keşif, entelektüel ve duygusal yenilenme bize ilgi gösteren yakınlarımızdan gelen destekle gelişir. Yalnız ve tuhaf matematikçi algısı bir çarpıtmadır; bu alandaki insanların, akıl hocalığı ve işbirliğini de içine alan zengin sosyal yaşamlarını göz ardı eder.

Beşinci bölümde, matematikçilerin hayatlarındaki arkadaşlığı ve ortaklığı keşfedeceğiz. David Hilbert ve Hermann Minkowski'nin canlı bir biçimde akla getirdiği, birlikte düşünmenin hazlarına bakacağız. Ünlü İngiliz matematikçiler G. H. Hardy ve John Littlewood ve Hint matematikçi Srinivasa Ramanujan arasındaki karmaşık işbirliğini inceleyeceğiz. Onların ilişkisi, entelektüel ortaklaşmanın ve kültürel yalnızlaşmanın güçlü ve acı bir hikâyesidir. İlişkileri güçlü duygusal bağlara ve acı bir kayba dönen, profesör Karl Weierstrass ve genç Rus öğrenci Sonia Kovalevskaya arasındaki profesyonel ve samimi ilişkiye bakacağız. Grace Chisholm ve William Young'ın tuhaf 'matematiksel evlilikleri', uzun ilişkileri süresince, şaşırtıcı ve değişen cinsel rollerini bize gösteriyor. 20. yüzyılların ilerleyen zamanlarında matematikçi evlilikleriyle oldukça sık karşılaşıldığından, onların ilişkisi özellikle ilginç bir öykü.

Altıncı bölümde, matematik topluluklarının benzersiz doğası ve kültürünü, onların hem var olan hem de gelecek vadeden matematikçilere verdikleri desteği inceleyeceğiz. Bazen birbirine sıkıca bağlı bir grubun ya da departmanın hayatında; ilham verici bir liderliğin, güçlü kişisel ilişkilerin ve kurumsal desteğin sonucu büyük bir verimliliğin görüldüğü 'altın' zamanlar vardır. 20. yüzyılın başlarında bu Göttingen'de başarıldı. Göttingen mirası, daha sonra Richard Courant'a New York Üniversitesi'nde yeni bir matematik topluluğu kurma ilhamını verdi. (Kitabın ya-

zarlarından R.H., ilk olarak lisans sonrası öğrenci, daha sonra da doktora sonrası ziyaretçi olarak birkaç yılını orada geçirecek kadar şanslıydı.) Bir başka ünlü matematik topluluğu, Fransız şehirleri Nancy ve Paris'teki Bourbaki grubuydu. Kırk yıl önce, Rus matematikçiler Moskova Üniversitesi Mekanik ve Matematik Departmanı'nda (Mekh-Mat) karşılıklı teşvik ve ilhamın 'altın' on yılını yaşadılar; bu yılların etkisi hâlâ uluslararası topluluk tarafından büyük bir şekilde hissediliyor. Bunun dışında, üyelerine gerekli desteği sağlayan bir organizasyon olan kadın Matematikçiler Derneği (Association for Women in Mathematics)'ne kabul, eşitlik ve saygı için çaba gösteren kadınlardan bahsedeceğiz.

Dört efsanemizden üçüncüsü çoğunlukla G.H. Hardy'den bir alıntıyla ifade edilir: *"Şu matematik genç adamların oyunudur."* Yedinci bölümde, matematikçilerin hayatlarındaki olgunluk, yaşlanma ve cinsiyet konularına bakacağız. Erkek ve kadın herkesin, hayatta gerçekleştirmek istedikleriyle ilişki içinde kalmanın birçok yolunu yaratarak, ilerleyen yaşlarında üretmeye devam ettiklerini görüyoruz. 50 yaşının –hatta bazı durumlarda 70'in– üzerinde matematikçilerin çok konuşulmayan tecrübelerini keşfedeceğiz. Bu efsane, matematiğin erkek işi olduğunu da varsayıyor ama bu matematik bölümlerindeki ve araştırma enstitülerindeki durmadan artan kadın sayısı gerçeğiyle çürütülüyor. Cinsiyetçi yaklaşımlar işlerini zorlaştırsa ve psikolojik zarara sebep olsa da, yeni kadın liderler ortaya çıkıyor. Bazı erken dönem kadın öncüleri (Sophie Germain, Sonia Kovalevskaya ve Emmy Noether) ve onların matematiğe bağlılığı hakkında konuşan çağdaş kadın matematikçilerin (Mary Rudin, Joan Birman, Lenore Blum, Karen Uhlenbeck ve diğerleri) hikâyelerini hatırlayacağız.

Dört efsanemizden sonuncusu, *matematiğin yüksek eğitim için etkili bir filtre olduğu inancı.* Son iki bölümümüz, farklı şekillerde, ilkokuldan üniversite seviyesine kadar matematik eğitimi hakkında. Matematik eğitiminin, matematik yaşamının

merkezi bir parçası olduğu göz ardı edilemez. Matematiğin toplumun büyük bir bölümü tarafından nasıl algılandığı üzerine de ilginç bir paradoks var. Bir taraftan, matematik pratik insan varoluşundan ayrı bir dünya olarak düşünülüyor ve çoğunlukla saf soyutlama olarak öğretiliyor, bu da yukarıdaki inancı güçlendiriyor; diğer taraftan mühendislik ve mimarlık gibi son derece saygın mesleklere hazırlanan öğrenciler için en kullanışlı nitelik olduğu düşünülüyor. Bu efsaneyi tartışırken, kimin matematikçi olması üzerine seçkinci ve demokrat algıları da içeren, daha geniş toplumsal bağlamda matematikçinin rolü üzerine düşüneceğiz.

Matematik dünyasındaki en duygusal konulardan bazıları, matematiği çocuklara aktarmanın doğru ve yanlış yolları hakkında. Son iki bölümümüzde, bu anlaşmazlıklarla açıkça yüzleşeceğiz ve Birleşik Devletlerde matematik eğitimini geliştirme sorununa, gerçekçi ve insani bir yaklaşım öne süreceğiz.

Sekizinci bölümde, iki farklı ama yine de iç içe geçmiş Amerikan eğitim geleneğini değerlendireceğiz: Austin, Teksas'taki seçkin 'Moore metodu' ve New York'taki evrenselliğe inanan 'Postdam metodu'. Bu iki öykü, bizi Birleşik Devletlerin matematik tarihindeki ırk ayrımcılığı konusuyla yüzleşmeye zorluyor.

Bu, bizi dokuzuncu bölümdeki büyük soruya götürüyor: Matematik nasıl öğretilmeli? Matematiği, sevdiğini söyleyenlere mi öğretmeliyiz? Onu sevmediğini söyleyenleri umursamamalı mıyız? Öğrenmenin duygusal boyutunu dikkate alan, standart olmayan ama gerçekçi ve insani olan önerilerle, Birleşik Devletlerin matematikteki başarısını artırmak üzerine sonu gelmeyen çağrıya işaret ediyoruz.

Kitabın sonuç bölümünde; mantık, duygu ve öğrenme üzerine kurulu matematik yaşamının keyifli ve dengeli bir görünümünü canlandırıyoruz.

Bu, ders programı tavsiyeleri içeren ya da sınıf-içi deneylerin istatiksel analizlerini içeren türden bir matematik eğitim kitabı

değil; ama eğitim, öğretim ve öğrenmenin zorluklarını ve keyiflerini gösteriyoruz. Matematiğin belli bazı alanlarını öğreten türden bir matematik kitabı da değil. Örneğin, Fritz John'un 'sınırlandırılmış ortalama salınım fonksiyonları'dan ya da Teiji Takagi'nin 'sınıflandırılmış alan teorisi'nden bahsettiğimizde, sadece onların matematiğe katkılarını anıyoruz. Daha derin keşifler için, çok sayıdaki bilimsel yayına ve ders kitaplarına bakılabilir. Bununla birlikte, Alexandre Grothendieck'in en önemli eserini, onun duygu dünyasını anlamanın bir parçası olarak, gözden geçirmeyi deniyoruz.

Bu kitap, matematikçi olmayanların –psikologların, sinir bilimcilerin, antropologların ve sosyologların– matematik yaşamını anlamaya yönelik katkılarından yararlandı. Bu katkılar için minnettarız ve bu türde daha fazla çalışmayı dört gözle bekliyoruz.

Bu kitabın yazımı, bir matematikçi ve bir psikoloğun işbirliği sonucu gerçekleşti. Akademik eğitimimiz ve ilgilerimiz büyük farklılık gösteriyor; ama ikimiz de aklın yaşamını derin bir insancıl aktivite olarak görüyoruz. Hümanist felsefenin anlamlı bir sözcüsü fizikçi Jacob Bronowski'ydi. O, bilim adamları toplumunun bağımsızlık ve özgünlük, düşünce ayrılığı, özgürlük ve hoşgörü tarafından yönetilmesi gerektiğini; bunların bilimin en önemli ihtiyaçlarını olduğunu, bunları bilimin kendisinin talep ettiğini ve oluşturduğunu yazdı. Bilim, sadece düşünce ayrılığı ve saygı, başkalarının görüşlerinden bağımsızlık ve onlara tolerans gösterme arasındaki sabit gerilim tarafından canlı tutulabilir ve büyüyebilir. Etik problemin düğüm noktası, özel ve genel ihtiyaçları kaynaştırmak.[4]

Bu ortak incelemenin; soyutlanma ve toplum, mantık ve oyuncu keşif, düşünce ayrılığı ve saygı arasındaki çok fazla gerilimle birlikte matematik yaşamının zenginliğine olan farkındalığı arttıracağını umuyoruz.

Kaynakça

Bronowski, J. (1965). *Science and human values*. New York: Harper and Row.

Immordino-Yang, M. H., & Damasio, A. (2007). We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education. Mind, *Brain, and Education 1* (1), 3-10.

+1+

Matematiksel Başlangıçlar

Sayılara Duyulan Tutku

Bir çocuk matematikçi olmaya nasıl başlar? Bu bir eğilim midir yoksa doğuştan gelen özel bir yetenek mi? Anne babanın yardımı ve cesaretlendirmesi buna katkı sağlar mı? Sonuç olarak, insanın yaşamını böyle riskli ve zor bir uğraşa adamasını mümkün kılan nedir?

Bu bölümde, ünlü olan ya da olmayan geleceğin bazı matematikçilerinin birbirine zıt çocukluk, gençlik yıllarından, lisans sonrasına kadar olan okul yaşamlarından bahsedeceğiz. Bunun dışında, Olimpiyat yarışlarındaki gençlerin tecrübelerinden, psikologların dâhileri incelemelerinden ve matematik dâhilerinin ebeveynlerinin nasıl insanlar olduklarından söz edeceğiz.

Çok az sayıda ünlü matematikçi, okul çağından önce matematiğe ilgi ve yeteneklerini göstermişlerdir. Macar kombinasyoncu ve sayı teoristi Paul Erdós[1] (1913-1996), negatif sayıları 4 yaşındayken kendi kendine keşfettiğini söylemiştir.

'Hidrojen bombasının babası' olarak anılan Stan Ulam (1909-1984) 1976'da şöyle yazmıştır: "Dört yaşımdayken, bir Doğu kiliminin üzerinde oradan oraya zıplayıp onun karmakarışık modellerine baktığımı hatırlıyorum. Babamın arkamda dikilip gülümsediğini fark ettim. Şöyle düşündüm: 'Gülüyor, çünkü çocuksu olduğumu düşünüyor; ama ben bunların tuhaf modeller olduklarını biliyorum.'"[2]

Arşimet (yaklaşık MÖ 287 – yak. MÖ 212) ve Newton (1643-1727)'dan sonra gelen Carl Friedrich Gauss (1777-1855), henüz okumadan önce hesap yapabiliyordu. Yaşlılığında Gauss, bu çocukluk başarısından şöyle bahsediyor: Sınıfta 1'den 100'e kadar olan sayıları toplamamız söylendiğinde, küçük Gauss birkaç saniye içinde cevap verdi. (1 ile 100'ü, 2 ile 99'u eşleyerek ve böyle devam ederek 50 çift oluşturdu. Her çiftin toplamı 101'di ve 50 çift vardı, böylece asıl toplam 50 x 101 = 5050 idi.)

Ünlü fizikçi Freeman Dyson, 2004'te şöyle yazdı:

> Bu olayı çok canlı bir şekilde anımsıyorum, kaç yaşımda olduğumu bilmiyorum; tek bildiğim öğleden sonra uykusu için beşiğime konacak kadar küçük olduğum... Canım uyumak istemiyordu, ben de hesap yaparak zaman geçirdim. 1'e 0,5, sonra 0,25, sonra 0,125 ekleyerek devam ettim ve eğer böyle ekleyerek sonsuza kadar devam edersem, en sonunda toplamın 2 olacağını keşfettim. Daha sonra 1'e 1/3, 1/9 ekleyerek devam etmeyi denedim ve eğer sonsuza kadar bu şekilde ekleyerek devam edersem, sonunda toplamın 1,5 olacağını gördüm. Sonra 1'e çeyrek ekleyerek bu şekilde devam ettim ve toplamın 1 + 1/3 olduğunu keşfettim. Böylece sonsuz serileri keşfetmiş oldum. O zaman kimseye bundan bahsettiğimi hatırlamıyorum. Bu, sadece oynamayı sevdiğim bir oyundu.[3]

Bazı çocuklar için, değişim zamanlarında, geometri ve cebirin basitliği ve düzeni teselli edici bir sığınak olmuştur. Buna bir örnek, ünlü yazar ve nörolog Oliver Sacks'tır. Yazar, 2. Dünya Savaşı'nda Londra'nın bombalanması sırasında, evinden ve ailesinden uzağa gönderilmiştir. Şöyle yazıyor:

> Benim ilk sığınağım sayılardı. Babam akıldan hesap yapmada ustaydı ve ben de, henüz altı yaşımda, sayılarla hızlı işlemler yapardım, dahası onlara âşıktım. Sayıları sevdim; çünkü sayılar katı ve değişmezdiler, bu kaotik dünyada değişmeden duruyorlardı. Sayılarda ve onların ilişkilerinde kesin, belirli,

tartışılmaz ve şüphenin ötesinde bir şeyler vardı. Özellikle asal sayıları severdim, onların bölünemez, parçalarına ayrılamaz olmalarını; onlar devredilemez bir şekilde kendileriydiler... Asal sayılar diğer tüm sayıların yapı taşlarıydılar ve bunun bir anlamı olması gerektiğini hissederdim. Asal sayılar neden vardılar? Onların dağılımında herhangi bir düzen, bir mantık var mıydı? Bu sayıların bir sonu var mıydı yoksa sonsuza kadar devam mı ederlerdi? Çok uzun saatlerimi asal sayıları arayarak ve onları ezberleyerek geçirirdim. Asal sayılar bana kimseye ihtiyacımın olmadan, dikkatimi verip yalnız başıma oynayabildiğim çok sayıda saat kazandırdı.[4]

Tanınmış matematik eğitmeni Anneli Lax'ın (1922-1999) çocukluğu da 2. Dünya Savaşı tarafından parçalandı. Matematik "mükemmel bir kaçıştı: Herhangi bir şey aramak zorunda değildim; kütüphanelere ya da kitaplara başvurmam gerekmiyordu. Sadece oturup anlamaya çalışıyordum."[5]

Macaristan doğumlu fizikçi Eugene Wigner'e (1902-1995) 11 yaşında tüberküloz teşhisi kondu ve haftalarını Avusturya'da bir sanatoryumda geçirdi. Bu zor dönemi atlatabilmek için geometri problemleri üzerine çalıştı. "Şezlongumda oturur, sadece üç yüksekliği bilinen bir üçgeni çizmeye çalışırdım. Bu, şimdi rüyalarımda bile yapabildiğim çok basit bir problemdi; ama o zamanlar bunu çözebilmek birkaç aylık yoğunlaşmış çabamı gerektirirdi."[6] Wigner, Budapeşte'de John von Neumann'ın (1903 -1957) da öğrencisi olduğu ünlü bir liseye kaydoldu ve sonraları ikisi ömür boyu arkadaş oldular. "Büyük olasılıkla Macaristan'daki en iyi liseydi, dünyadaki en iyisi de olabilir."[7] "Sayılara âşıktım, kelimelere değil. Lisedeki birkaç yıldan sonra, matematikçilerin 'Beşinci Üs Kuralı' dediklerinin ne olduğunu fark ettim: Bir basamaklı bir sayının beşinci kuvveti, yine o sayıyla biterdi. Şöyle ki, 2'nin beşinci kuvveti 32, 3'ün beşinci kuvveti 243 ve bu böyle devam eder. Başlangıçta, ne bu fenomenin 'Beşinci Üs Kuralı' olarak adlandırıldığına dair bir fikrim vardı ne de

bunun neden doğru olması gerektiğini anlayabiliyordum; ama doğru olduğunu gördüm ve büyülendim."[8]

Cornell'de çalışan uygulamalı matematikçi Steven Strogatz, fizik laboratuvarında çizmekte olduğu verinin cebir sınıfında gördüğü bir eğri oluşturduğunu anladığında hissettiği saygıyla karışık korkudan bahseder. O sırada, bir sarkaç telinin uzunluğunun, sarkacın bir geliş gidişi tamamlaması için gereken süreyi nasıl etkilediğini kaydediyordu. Veriyi milimetrik kâğıda çizerken, fark etti ki

> bu noktalar tanıdığım, daha önce cebir sınıfında gördüğüm belirli bir eğriyi oluşturuyorlardı – bu bir paraboldü, bir kaynaktan fışkıran suyun oluşturduğu şekille aynı. Her yerimi saran bir korku yaşadığımı hatırlıyoru; ama daha sonra huşu hissettim. Bu sanki... sarkaç cebir biliyormuş gibiydi. Cebir sınıfındaki parabollerle, bu sarkacın hareketi arasında nasıl bir ilişki vardı? İşte ordaydı, milimetrik kâğıdımda! Bu beni sarsan bir andı ve ilk hissettiğim 'doğanın kanunu' sözünün gerçekten bir anlamı olduğuydu. Ansızın, insanların kâinatta bir düzen olduğundan bahsettiklerinde neden bahsettiklerini anladım, dahası matematik bilmedikçe bunu anlayamazdın. Bu, hâlâ aklımdan çıkaramadığım bir andır.[9]

Matematiğe çocukluktaki bağlılık hakkında sınırlı kanıta sahibiz. Bununla birlikte, erken yaşta sayılara tutkuyla bağlanan kişilerin hikâyeleri, onların matematiğin modelleriyle büyülendiklerini gösteriyor. Travma geçiren diğerleri içinse, matematik bir sığınak sağlıyor.

Matematikçilerin Onlu Yaşları

Çoğu ünlü matematikçi, ilk olarak okul çağlarının ortalarında matematiğe büyük bir ilgi duymuşlardır. Sayısal matematikte uluslararası bilinen bir öncü olan John Todd (1911-2007), şöyle demiştir: "Benim matematik kariyerim şu şekilde başladı: Şan

dersindeydim. O kadar kötü söylüyordum ki, öğretmen sınıfı rahatsız ettiğimi ve sınıfı terk etmem gerektiğini söyledi. Ulusal sınavları olan bazı ekstra dersler vardı ve ben de onlardan birine yerleştirilmeliydim. Bu, bir ikinci sınıf cebir dersiydi. Böylece matematik öğrenmeye başladım."[10]

Başka bir matematikçi, şimdi Kaliforniya Üniversitesi, Berkeley'de profesör olan Jenny Harrison, onlu yaşları boyunca aslında doğa ve müzikle ilgiliydi. John-Steiner ile röportajında, Harrison ilk zamanlarından bahsediyor. Jenny Harrison Atlanta, Georgia'da doğdu ve okul dışındaki zamanının çoğunu ormanda geçirirdi. Bu doğa sevgisi, onu hayatı boyunca etkilemiştir ve bu etki onun matematiksel manzaraları keşfetme şeklinde görülebilir. Harrison, kendi görsel dünya algısından ve ormanda yollar keşfetmekten aldığı keyiften bahsetmiştir. Bu güçlü tercih, onun daha sonra geometriye ilgi duymasına gayet katkı sağlamış olabilir. Ayrıca, ağabeyinin etkisi ve cesaretlendirmesi de onun gücünü ve kendine güvenini artırmıştır. Ağabeyi, henüz ikisi de onlu yaşlarındayken kardeşinin ilgisini temel fizik problemlerine çekmiştir.[11]

Erken yaşta matematik yeteneğini açıkça göstermiş olmasına rağmen (bir yarışmada kendi eyaletindeki en yüksek puanı almıştır), Jenny'nin asıl tutkusu müzikti. Piyano öğrendi ve büyüme çağının büyük çoğunluğunda hayatını müziğe adayacağına inandı. Müzik hâlâ onun yaşamının bir parçası ama Harrison aslında utanganç bir insan ve kamusal alanlarda çalarken kendini rahat hissetmediğini fark etti. "Müzik yapmak istemediğimi fark ettim ve gidip piyanonun kapağını kapadım. Üç problem ilgimi çekerdi ve ben de onları anlamaya çalışmak istedim: bilincin doğası, zaman ve ışık. Sorun, bunu en iyi nasıl yapacağımdı. En sonunda, bana güvenebileceğim cevapları verebileceğine inandığım için matematikte karar kıldım."[12]

Hilbert'in 10. probleminin çözülemez olduğunu kanıtlamadaki yardımlarıyla (özellikle, tamsayı katsayılarını içeren rastgele çok terimli bir denklemin tamsayı bir sonucu olacağına her

zaman karar verecek bir formül ya da bilgisayar programı olmadığını kanıtlayarak) tanınan Julia Robinson (1919-1985), şöyle yazıyor: "En eski anılarımdan birisi, dev bir kaktüsün gölgesinde oturup çakıl taşlarını düzenlediğim zamandır; şaşı bakıyordum, çünkü güneş çok parlaktı. Doğal sayılara her zaman temel bir sevgimin olduğunu düşünüyorum. Benim için onlar gerçek olan tek şey."[13]

Fermat'ın Son Teoremi'nin kanıtlanmasında önemli katkıları olan Sophie Germain (1776-1831), Paris'te doğdu. Bir kız çocuğu olarak, matematik okuma hakkını kazanmak için sıkı savaşması gerekti. Sophie'nin matematiğe ilgisi 13 yaşındayken, Fransız Devrimi sırasında başladı. Paris sokaklarında devam eden çatışmalar yüzünden eve hapsolan Sophie, zamanının çoğunu babasının kütüphanesinde geçirdi. Burada, Arşimet'in ölümü hakkında bir yazı okudu. Söylenildiğine göre, şehri Syracuse'nın Romalılar tarafından işgal edildiği gün, Arşimet kumda çizili geometrik bir şekle dalmıştı ve Romalı bir askerin sorgulamasını umursamadı. Sonunda, mızraklanarak öldürüldü.[14] Sophie, bir insan, sorgulayan askeri umursamayarak ölümü göze alacak kadar bir şeye dalabiliyorsa, bu konu ilginç olmalı diye düşündü.

> Sophie babasının kütüphanesindeki kitapları kullanarak kendi kendine matematik öğrenmeye başladı. Anne ve babası onu bundan vazgeçirmek için ellerinden geleni yaptılar. Sophie, onlardan kurtulmak için gece çalışmaya başladı; ama anne ve babası işi, o yatağa girdikten sonra kıyafetlerini almaya ve onun gece ders çalışmak yerine yatağında kalmasını sağlamak için onu ısı ve ışıktan yoksun bırakmaya kadar vardırdılar. Tüm bu çabalar sonuçsuz kaldı, Sophie kendini yorganlara sararak ve gece çalışmak için sakladığı mumları kullanarak çalışmaya devam etti. Sonunda, anne ve babası Sophie'nin matematik tutkusunun 'tedavi edilemez' olduğuna karar verdiler ve ona izin verdiler. Böylece Sophie, Fran-



Resim 1-1. Sofia Kovalevskaya, öncü Rus analist.

sa'daki Terör Dönemi yıllarını bir öğretmenin yardımı olmadan diferansiyel kalkülüs çalışarak geçirdi![15]

Sofia Kovalevskaya (1850-1891), profesyonel bir matematikçi olarak tam statü kazanan ilk kadındı. 1850 yılında Moskova'da doğan Sofia'nın matematiğe ilgisi, çocukken odasındaki duvar kâğıdı tarafından harekete geçirildi. Kovalevskaya şöyle yazıyor: "Kaluga'dan kırsala taşındığımızda tüm ev boyandı ve duvar kâğıdıyla kaplandı. Duvar kâğıdı St. Petersburg'dan sipariş edilmişti; ama gerekli miktar çok da doğru hesaplanmamıştı, böylece bir oda kâğıtsız kalacaktı. Diğer odalardaki düzen göz önüne alındığında çocuk odası gayet de bu özel duvar kâğıdı olmadan da olabilirdi."[16] Tavanarasında bulunan bazı kâğıtlar, çocuk odasının duvarlarını kaplamak için kullanıldı. Şanşa bakın ki, bu kâğıtlar babasının genç bir delikanlıyken aldığı, analist M. V. Ostrogradsky'nin taşbasması kalkülüs notlarıydı.

"Zamanla sararan bu kağıtları incelemek beni eğlendirirdi. Hiç anlamadığım bu bir tür hiyeroglifle kaplı kâğıtların, çok zekice ve ilginç şeyler gösterdiklerini hissederdim. Saatlerce duvarın önünde dikilir, orada yazanları tekrar tekrar okurdum. Duvarın en belirgin yerine denk gelen kâğıt parçasını özellikle hatırlıyorum. Onun üzerinde sonsuz küçük ve limit kavramlarının açıklamaları vardı."[17]

Kovalevskaya, amcasının ona dairenin alanının hesaplanması hakkındaki konuşmasını şöyle anlatıyor: "Onun kelimeleri benim için anlaşılmazdı; ama hayal gücümü etkilediler ve bende matematiğe karşı bir tür saygı uyandırdılar. Sanki matematik yüce ve gizemli bir bilim olarak, üyelerine sıradan insanlar için ulaşılmaz olan yeni ve mükemmel bir dünyanın kapılarını açıyordu."[18]

Kovalevskaya da ailesinin itirazlarının üstesinden gelmek zorunda kaldı. Dahası, matematik okumak için Rusya'yı terk edip Almanya'ya gitti. Yasal olarak Almanya'ya gidebilmek için evlenmesi gerekliydi ve on sekiz yaşında başka bir idealist öğrenci olan Vladimir Kovalevskii ile 'sözde' bir evlilik yaptı.

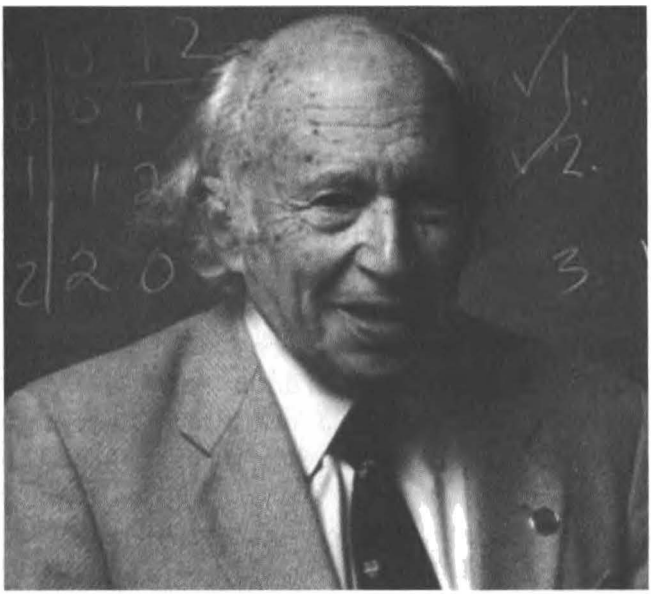
Ellili yaşlarında politik bir tutuklu olarak dünyaca ünlenen Uruguaylı matematikçi José Luis Massera (1915-2002), matematiği keşfini bir 'devrim' olarak tanımlıyor. Massera şöyle yazıyor:

> On beş yaşımdayken, evde birkaç yıl süren bir devrim başladı. Babamın yeterince yüksek seviyede birkaç Hispanik Amerikan Ansiklopedik Sözlüğü vardı. Bir gün Almanca sınıfından dönerken, derste kullanılan sözcüklerden birine bu sözlükte bakmak aklıma geldi. Bu sözcük büyük olasılıkla 'denklem' idi. Varlıklarını asla akıl edemeyeceğim ve nasıl yaklaşacağımı bilmediğim çok sayıda denklemle karşılaştım. Cebir denklemleriyle fazlasıyla harekete geçen merakım, beni sözlükteki diğer denklemlerden birine bakmaya götürdü. Böylece günden güne, kelime kelime oldukça karmaşık bir

incelemeye başladım. Bu süreç, bana yavaşça biriktirdiğim ve kavradığım birçok matematiksel terim ve değerli bilgi kazandırdı.

Bir aile gezisinde Paris'ten geçerlerken, babasına büyük bir kitapçıya giderken eşlik etti. Orada iki kitap buldular: biri klasik geometri, diğeri trigonometri üzerineydi. Massare bu kitapları kısa zamanda yalayıp yuttu. Kitaplardaki içeriğin sıralanma ve uygulanma şeklini sevdi. Ardından, bir sözlük yardımıyla, yansıtmalı geometri üzerine büyük bir kitabı okumaya başladı. Massera, iş arkadaşı ve ömürlük dostu Rafael Laguardia'yı lisedeyken tanıdı. O ve Laguardia, matematikle ilgili gençlerden oluşan bir çalışma grubu oluşturdular ve burada bildiklerini birbirleriyle paylaştılar.[19]

Matematikteki en şaşırtıcı çocukluk başarılarında biri Louis Joel Mordell (1888-1972)'e ait. Mordell, 1922'den 1945'e kadar Manchester Üniversitesi matematik bölümünün başkanıydı, daha sonra da Cambridge Üniversitesi Sadleirian kürsüsünde G. H. Hardy'nin yerini aldı. İngiliz kuramsal matematiğinin en önemli kişilerinden olan Mordell, Philadelphia'dan gelen, kendi kendini yetiştirmiş bir çocuktu. İbrani bir bilim adamının sekiz çocuğundan üçüncüsüydü. Louis, henüz ilkokuldayken matematikten büyülendi. 13 yaşındayken, Philadelphia'da bir kitapçıdan 5 ya da 10 cente ikinci el matematik kitapları alarak kendini yetiştirdi. Aldığı bu kitaplar, Cambridge Üniversite yazılı lisans sınavlarından problemler içeriyordu; böylece Louis İngiltere'deki Cambridge Üniversitesi'ni matematiğin zirvesi olarak düşünmeye başladı. Daha sonraları şöyle yazıyor: "Cambridge'e gitmeyi ve burs bulmayı tamamen akıldışı ve çılgınca bir düşünce olarak görüyordum... Gerekli standartlar hakkında hiçbir fikrim yoktu. Matematiği kendi kendime öğrenmiştim ve hiçbir sınava girmemiştim."[20] Louis, İngiltere'ye gitmek için gerekli parayı, yaşıtlarına günde 7 saat özel ders vererek kazandı. Aralık 1906'da Cambridge'e gitti, üniversitenin bursluluk sınavına katıldı ve sınavda birinci oldu! Babasına sadece bir kelime-



Resim 1-2. Israel M. Gelfand, zamanının önde gelen matematikçilerinden

lik telgraf çekecek kadar parası vardı ve o da kısaca şöyle yazdı: "Yaşasın!"

Rus Israel Moiseyevich Gelfand (1913-2009), 20. yüzyılın en tanınmış matematikçilerinden biridir. Büyüdüğü Odessa'nın yakınındaki küçük kasabada sadece bir okul vardı. Oradaki matematik öğretmeni kibar biriydi; ama Israel Moiseyevich kısa zamanda onu aştı. Gelfand şöyle diyor: "Ebeveynlerim benim için matematik kitapları alamazlardı, paraları yoktu; ama sanşlıydım. 15 yaşımdayken, annem ve babam beni apandis ameliyatı için Odessa'ya götürdü. Bana bir matematik kitabı almadıkları sürece hastaneye girmeyeceğimi söyledim."[21] Israel, o kitabı okumadan önce cebir ve geometrinin iki farklı alan olduğunu düşünüyordu. Maclaurin'in sinüs formülünü gördüğünde, ansızın ikisi arasında bir fark olmadığını anladı. "Matematik birleşmişti. O zamandan beri matematiksel fizikle birlikte matematiğin farklı alanlarının bir bütün oluşturduğunu biliyorum."[22]

Fermat'ın Son Teoremi'ni kanıtlamasıyla tanınan Andrew Wiles, ilk olarak on yaşındayken bu problemden etkilendi. Andrew okulda matematik problemleri çözmeyi severdi, onları eve getirip kendi problemlerini uydururdu.[23] 10 yaşındayken, Eric Temple Bell'in klasik kitabı *Matematiğin Adamları*'nda Fermat'ın Son Teoremi'yle karşılaştı. 30 yıl sonra, Wiles şöyle hatırlıyor: "Çok basit görünmüştü; ama tarihteki büyük matematikçiler bile çözememişlerdi onu. On yaşındaki benim anladığım problem işte karşımdaydı ve o andan itibaren biliyordum ki ben bu problemin peşini bırakmayacaktım. Onu çözmek zorundaydım."[24]

Psikolojik Temalar

Tufts Üniversitesi'nde gelişim psikoloğu olan David Feldman, çocuk dâhilerle çalıştı ve on yaşın altında çok fazla sayıda dahi bulamadı. Şöyle yazıyor: "Matematik, bu işe başlamadan önce düşündüğümden çok daha az sayıda dâhiye sahip."[25] Johns Hopkins Üniversitesi'nden Julian Stanley'nin yardımıyla Feldman, Billy Devlin'i keşfetti. Devlin henüz 6 yaşındayken, Skolastik Beceri Sınavı'nda, lise düzeyinde bir puan almıştı. Devlin, 7 yaşındayken Feldman'ın çalışmasının katılımcılarından biri oldu; ama büyüdükçe matematikten uzaklaşıp fizik ve astronomiye yöneldi.

Son yıllarda, Terence Tao 2006 Fields Madalyası'nı kazanarak uluslararası dikkati üzerine çekti. Kaliforniya Üniversitesi (Los Angeles) matematik bölümü eski başkanı ve Profesör John Garnett onun için şöyle diyor: "Terence Mozart gibi, matematik onun içinden akıp gidiyor. Mozart'ın kişisel problemlerinin aksine, herkes Terry'i seviyor. Terry'nin yeteneğine sahip matematikçiler her nesilde sadece bir kez görülür. İnanılmaz bir yetenek, büyük olasılıkla şu an dünyadaki en iyi matematikçi o."[26] Terence, 2 yaşındayken sayılarla oynamaya başlayan bir dâhiydi. Bir çocuk doktoru olan babası, annesiyle birlikte çocuklarının bu büyük yeteneğini dikkatli bir şekilde destekledi. Anne ve ba-

bası, Terence için kişisel bir eğitim programı geliştirmekte başarılı oldular. Böylece her konuyu kendi hızında öğrenebildi, birçok matematik ve bilim derecesini kısa zamanda hızlı bir şekilde bitirdi; ama diğer konularda kendi yaş grubuna yakın bir seviyede devam etti.[27] Ev ortamı destekleyiciydi ve bugün Terence bu mirası düşünceli ve fedakâr bir ebeveyn olarak sürdürüyor. Aynı zamanda, önemli matematik konularında sıradışı şeyler üretiyor. Terence, yaygın tuhaf matematikçi imgesinin mükemmel bir karşı-örneğidir.

Psikolog Ellen Winner dahi çocuklar üzerine kapsamlı çalışmasında, henüz 18 aylıkken sayıları ve harfleri seven Ky Lee'den bahsediyor. 2 yaşındayken, en sevdiği oyuncakları plastik sayılar ve üzerinde sayılar olan kutulardı. Nesneleri eline aldıkça, tekrar tekrar sayıları söylerdi. 3 yaşındayken, Ky anne ve babasıyla bir kamp gezisindeydi. Parkın girişindeki bekçi, plaka numaralarını sorduğunda anne ve babası hatırlayamadılar; ama Ky Lee kolaylıkla cevap verdi: "502-VFA".[28] Ky Lee, bunun dışında akıldan hesap yapabiliyordu. Bu, az sayıda ünlü matematikçinin çocuklukta paylaştığı bir yetenektir.

Yakın zamandaki başka bir dâhi Ganesh Sittampalam'dır. Ganesh henüz 5 yaşındayken, çıkarma işleminde sıradışı bir kavrama gücüne sahipti. Ganesh, matematikte doktora derecesi olan babası tarafından yetiştirildi. Babası şöyle diyor: "Onun hiçbir şeyi alışılmış şekilde öğrenmemesinin çok önemli olduğunu hissettim. Bütünün arkasındaki kavramsal ve mantıksal yapıyı anlamalıydı. Onun kendi kendine düşündüğünden emin oldum ve her zaman ona sıradaki basamağın ne olduğunu söylerken kendimi ansızın durdurdum."[29]

Bazı araştırmacılara göre, kolay hesap yapabilme yeteneği sayılarla yaşamaktan, onlardan etkilenmekten, onları bir matematiksel manzara olarak görmekten ve sayıların içini dışını bilmekten geliyor.

Bugüne kadar Birleşik Devletlerde yetişmiş matematikçiler hakkında yapılan en kapsamlı çalışmada William Gustin, Sloan

Vakfi Bursu'nu kazanan 20 matematikçiyle görüştü. Çoğunun babası yüksek derecelere sahipti ve anneleri de iyi eğitimliydi. Anne ve babaları, Büyük Kriz boyunca üniversiteye gittiler ve öğrenmeye büyük önem veriyorlardı. Zihinsel ve eğitsel başarının değerine ilişkin kavrayışlarını çocuklarına aktardı bu ebeveynler. Sıkı çalışmak, işini iyi yapmak ve kusursuz olmak bu anne ve babaların çocuklarına öğrettikleri değerlerdi.[30]

Steve Olsen, 2001 Uluslararası Matematik Olimpiyatları'nın Amerikalı katılımcılarıyla çalıştı. Katılımcıların anne ve babaları, çocuklarının erken yaşta yapbozlara ve Lego'lara olan ilgilerinden bahsettiler. Bir anne, oğlu Tiankai Lui'nin lağım kapaklarının boyutundan ve şeklinden etkilendiğini hatırlıyor. Uzaysal görselleştirme ve şekilsel modellere ilgi, geleceğin matematikçilerinin en çok gözlenen iki özelliğidir. Gustin, bir Sloan ödülü sahibinin babasından aktarıyor: "Oğlum, dikkatli bir şekilde dengelenmiş kutulardan kaleler yaparak saatlerini geçirirdi. En sonunda kule yıkıldığında, çileden çıkar ve üzülürdü; ama sonra tekrar inşa etmeye başlardı."[31]

Dâhi çocukların ebeveynleri çoğunlukla gayet özenli, aktif bir şekilde harekete geçirici ve çocuklarına karşı öğretici anne babalar olarak tanımlanıyor. Bu aileler çoğunlukla dengeli, uyumlu ve büyük bir sıcaklığın ve ilginin olduğu ortamlara sahipler. Bu ailelerde bağımsızlık ve otonomi destekleniyor.[32] Bu ortamlarda büyüyen gençler, daha az destekleyici ailelerde büyüyenlere göre potansiyallerini daha iyi kullanıyorlar, daha bağımsız ve özgün oluyorlar.[33] ABD'deki matematik dâhilerinin çoğunu (ve onların ebeveynlerini) başka kültürlerden gelen göçmenlerden oluşturuyor. Margaret Murray'in ortaya çıkardığına göre, 1940'lar ve 50'lerde ABD'de doktorasını alan kadın matematikçilerin üçte birini Doğu ve Orta Avrupa'dan gelen göçmenler ya da onların çocukları oluşturuyor. Bu göçmen aileler onlarla birlikte, birçok Avrupa toplumunun belirgin özelliği olan ve Musevi geleneğinde de güçlü bir şekilde vurgulanan öğrenme ve kültüre saygı fikrini Amerika'ya getirdiler. Bu ailelerin çoğu

için, imkânlar ülkesinde daha iyi bir hayata sahip olma hayali, çok güçlü bir motivasyon kaynağıydı ve böylece onları işte ve okulda başarılı olmak konusunda cesaretlendirdi.[34] Murray'ın çalıştığı kadınların bazıları, yüksek eğitimli profesyonellerin kızlarıydı. Diğerlerininse en azından bir ebeveyni üniversite mezunuydu.

Son zamanlarda, bilim ve matematik yarışmalarının katılımcılarının büyük çoğunluğu, Amerika doğumlu ya da göçmen Doğu Asyalı ailelerden geliyor. Stuart Anderson tarafından 2004 Intel Bilim Araştırması için yapılan çalışmaya göre, o yılın en yüksek 10 ödülünü kazananlardan 7'si göçmenler ya da onların çocukları. En yüksek sıradaki 40 finalistin yüzde 60'ını göçmenlerin çocukları oluşturuyor.[35] Bir göçmen çocuğu olan Tiankai Lu, erken okul döneminde neden matematiği seçtiğini bir sebeple açıklıyor: "İngilizcede o kadar da iyi değildim, bu kısmen anne ve babamın İngilizceyi çok iyi bilmemelerindendi... Böylece ben de belki matematikte iyi olabileceğime karar verdim."[36]

Bazı anne babalar çocuklarına özel ders aldırarak ve onları matematik öğrenmeleri için cesaretlendirerek çok zaman harcıyorlar. Norbert Wiener'in babası Leo Wiener ve basit lineer programlama methodunun mucidi George Dantzig (1914-2005)'in babası Tobias Dantzig bu konuda başarılı oldular. Leo Wiener, Harvard Üniversitesi'nde Slav dilleri profesörü olan, kendi kendini yetiştirmiş bir akademisyendi. *American Magazine*'nin Temmuz 1911 sayısında Leo, erken zihinsel gelişimin kaynağı olarak erken eğitime olan güçlü inancını vurguluyor.[37] Makaleye göre, Leo Wiener güçlü görüşlerini, çocuklarını bir eğitim deneyinin kobayları yaparak sürdürdü. Leo, muhabire şöyle diyor: "Norbert'e (ve ablaları Constance ve Bertha'ya) sıradışı dâhi çocuklar demek bir saçmalık, onlar öyle değiller. Eğer yaşıtları diğer çocuklardan daha çok şey biliyorlarsa, bu farklı şekilde eğitilmelerinin sonucudur." Norbert, otobiyografisi *Eski Dâhi*'de babasının cebir dersi vermesi hakkında yazdı. "Derse güzel bir şekilde konuşarak başlardı. Bu matematikte ilk hatamı

yapana kadar aynen bu şekilde sürerdi. Daha sonra kibar ve sevecen baba, gözünü kan bürümüş bir intikamcıya dönüşürdü... Babamın ses tonu öyle bir hesaplanmıştı ki duygularımı kontrol edemez noktaya gelirdim... Dersler genelde bir aile dramıyla biterdi, babam küplere binerdi, ben ağlardım ve annem de beni savunmak için elinden geleni yapardı; ama anneminki baştan kaybedilmiş bir savaştı."[38] Norbert Tufts Koleji'nde öğrenciyken bile, babası onun ödevlerini kontrol etmeye devam etti. Oğlunu babasından azat etmek için araya Atlas Okyanusu'nu sokmak gerekti. Wiener'in öğrencisi Norman Levinson hocası hakkında şöyle yazıyor: "40 yıl sonra bile, canı sıkıldığında ve o dönemi hatırladığında, zor beğenen babasının önünde derslerini tekrarlarken hissettiği aşağılanmayı anlatırken gözleri yaşlarla dolardı. Neyse ki babasının çok sevimli bir adam olduğunu gördü, babasının onu ne kadar sevdiğinin farkındaydı."[39]

George Dantzig'in daha mutlu bir hikâyesi var. Babası Tobias, Paris'te Henri Poincaré (1854-1912) ile çalışmış olan ve hâlâ ileri matematikte en popüler kitaplardan biri olan *Sayı, Bilimin Dili* adlı kitabı yazarı tanınmış bir matematikçiydi. Babası, George'a büyük destek verdi. George şöyle yazıyor: "Ben daha lisedeyken bana binlerce geometri problemi verirdi. Onları çözmek için gereken zihinsel beceri, bana babamın büyük bir hediyesiydi. Beynimin geliştiği lise yıllarında binlerce problem çözmek, analitik gücümü geliştirmemde bana her şeyden çok yarar sağladı."[40]

Kişisel Özellikler

Gustin, çalışmasının katılımcılarının ve onların ebeveynlerinin kendilerini uzun zaman boyunca tek bir aktiviteye adayabilme yeteneğine sahip olduğunu gördü.[41] Steve Olson'un kitabı *Geri Sayım*'daki Olimpiyat yarışmacılarının hikâyeleri, onların sıradışı zihinsel odaklanma yeteneklerini ve saatlerce hatta günlerce bir problemle uğraşmaya istekli olduklarını gösteriyor. Eğer genç matematikçilerin paylaştığı bir özellik varsa, bu odaklanma gücüdür.

Feldman, dâhilerin kendilerini yoğun bir şekilde işlerine adamalarından, aşırı özgüvenlerinden, yetişkin ve çocuksu özelliklerin karışımı olmalarından bahsediyor.[42] Çocukluklarını anımsayan birçok yaratıcı insanın hatırladıkları şunlar: sebat, heyecan, enerji ve kararlılık. Bu dâhilerden bazıları bilgiye büyük bir açlık duyduklarından, sıradışı bir amaca yönelik hareket etme yeteneğine sahip olmalarından ve uğraştıkları problemlere karşı takıntıları olduğundan bahsediyor. "Dâhiler çoğunlukla günlük hayatın dikkat dağıtıcı unsurlarına direnme, cesaretin kırılması ve alayı umursamama ve tekrar eden başarısızlıklara rağmen amaçları uğruna çalışmaya devam etme yeteneğine sahipler."[43]

Dâhi genç matematikçilerin en çok bahsedilen özelliği meraktır. Bir ebeveyn şöyle anlatıyor: "Çok küçük yaşta sürekli sorular sormaya başladı. Öğrenmek için sabırsızlanırdı."[44] Neredeyse diğer tüm ebeveynler de aynı şeyden bahsediyorlar ve bu ebeveynleri benzersiz yapan, onların çocuklarının sorularına cevap verme şekilleridir. Bu ebeveynler sorulara ciddiyetle cevap verirler ve çoğunlukla çocukları daha fazla soru sormaları için cesaretlendirirler.[45] David Feldman'ın üzerinde çalıştığı matematik dehası Billy Devlin, bilgiye aç bir çocuktu ve bir özel hocanın yardımıyla şaşırtıcı bir gelişme gösterdi.[46] Billy, nesneleri toplama ve onları düzenleme tutkusuna sahipti. Doğa bilimleri, bilimkurgu, coğrafya, aritmetik ve matematik hakkında çok şey biliyordu.[47, 48]

1955 ve 56 yılları arasında, Kuretetskii matematik dâhisi Rus öğrencilerle yaşıtlarını karşılaştırdı. Diğer birçok insanın da söylediği gibi, matematikte yetenekli bu çocukların konu üzerinde uzun zaman düşündüklerini buldu. Krutetskii, bu öğrencilerin düşünme esnekliğini vurguladı. Bu öğrenciler, daha önceki çözümü nasıl kullanacaklarını bilerek, bu çözüm işe yaramadığında onu değiştirebiliyorlardı. Olimpiyat yarışmacıları ve diğer başarılı genç matematikçiler gibi, dolaysız ve zekice çözümler buluyorlardı. Matematik dersinde, sözel derslerde olduğundan daha az yoruluyorlardı. Ellen Winner, her şeyde yetenekli ço-

cuklarla özellikle matematikte yetenekli çocukların ayrımını yapıyor. Üzerinde çalıştığı her şeyde yetenekli bir çocuk, 3 yaşındayken okumada uzmanlaştı ve kelimelere gösterdiği ilgiyi sayıları da gösterdi. Bu çocuk ebeveynlerinden, zihinden yapmak için toplama ve çıkarma işlemleri vermelerini istedi. Toplarken herhangi bir aktarma olmadıkça, iki basamaklı sayıları zihinden toplayabiliyordu. Matematik problemlerini sürekli zihinden çözdüğünden, okulda öğretmeni problemleri geleneksel sembollerle yazarak göstermesini istediğinde zorluk yaşadı.[49]

Winner, farklı olmayı seven ve çoğu zaman yalnız olmayı dert etmeyen bir dahi çocuktan söz eder. Bu, tipik bir hikâyedir. Dâhi gençler, ortalama gençlere göre daha çok zamanı tek başlarına geçirirler. Diğer insanlar gibi, başkalarıylayken daha mutlu hissederler; ama diğer insanların aksine yalnızlığı o kadar da kafaya takmazlar.[50] Gustin'in çalışmasındaki matematikçilerin yarısı, soyutlanmayla ve uzun zaman yalnız çalışmakla gayet iyi başa çıkabilir görünüyor; ama bazı matematikçiler 'farklı' olmayı zor buluyor. Bu matematikçilerin sosyal ihtiyaçları, üniversitede matematik dersi alma şansını bulduklarında ya da matematiğe ilgi duyan diğer gençlerle tanıştıklarında gideriliyor.

Çok sayıda dâhi çocuk normal sosyal hayatlara sahiptir; ama yine de bağımsız olmaya önem verirler. Kendilerine güvenleri ve kendi eylemlerinin kontrolüne sahip olma arzuları, okul hayatını onlar için zor kılabilir. Bu çocuklar, kendi kitaplarını seçmeyi severler ve okulda öğretilmeyen konulara odaklanmaktan keyif alırlar. Daha lisedeyken üniversite dersleri almak onların hoşuna gider ve esnek ders programlarına sahip olmayı tercih ederler.

Radford, genç matematikçilerin saymaya olan tutkularından ve onların sayıları hikâye ve kısa şiirlere dâhil etmelerinden bahseden yazarlardan alıntılar yapıyor. Bu gençler mantıksal bağlaçlar kullanmayı seviyorlar (eğer, o zaman, bu yüzden, çünkü, hem de, ya da). Denge ve simetri gösteren modeller yapmaktan keyif alıyorlar. Yapboz ve inşa oyuncaklarıyla oynamayı sevi-

yorlar, oyuncaklarını güzel ve kusursuz bir şekilde topluyorlar. Oyuncaklarını düzenlerken ve sınıflandırırken karmaşık ölçütler kullanıyorlar.[51]

Olson'un bahsettiği genç matematikçiler, matematik problemlerini görsel olarak canlandırmanın önemli olduğunu düşünüyorlar. Bazı ünlü fizikçiler de bu yeteneğe sahiptir. Sıkça yapılan bir alıntıya göre, Einstein özel görelilik hakkında ilk kez, bir dalga üzerine bindiğini ve arkasındaki dalgayı izlediğini hayal ederken düşündüğünü söylemiştir.

Gustin'in çalışmasındaki bazı matematikçiler, nesnelerin nasıl çalıştığına ilgi duyuyordu. Bu matematikçiler, oyuncakları parçalamayı ve dişlileri, vanaları, göstergeleri ve kadranları incelemeyi seviyordu.[52] Çalışmadaki matematikçilerin yarısı, 12 yaşından önce bilimsel ve mekanik projelerle, yapı modelleriyle ilgililerdi. "Bir çocuk olarak çoğu zamanımı kendi kendime geçirirdim. Sahip olduğum ilk doları, bir model uçağa harcadım. Onu zımparaladım, yapıştırdım, tüm parçalarını birleştirdim ve boyadım. Tüm bu sürece âşık olmuştum."[53]

Öğretmenler

Çoğu matematikçinin matematiğe ilgisi bir öğretmen tarafından harekete geçirilmiştir. Macaristan, Budapeşte'deki Lutheran Lisesi'ndeki sıradışı eğitim, bize aerodinamikçi Theodor von Kármán'ı (1881-1963), matematikçi John von Neumann'ı (1903-1957) ve kuantum fizikçisi Eugene Wigner'i (1902-1995) kazandırmıştır. Hepsi dünyaca ünlü oldular ve Birleşik Devletlerde bilime büyük katkılar sağladılar. Wigner, matematik öğretmeni László Rátz'ı sevgiyle anımsıyor: "O öğretmeyi severdi, konusunu ve ona nasıl ilgi uyandıracağını iyi bilirdi. En derin kavrayışı bize öğretirdi. Çoğu öğretmen büyük bir yeteneğe sahipti; ama kimse Rátz gibi konunun güzelliğini gösteremezdi."[54]

Diğer taraftan, bazı yetenekli kız öğrenciler matematik okumaları için öğretmenleri tarafından desteklenmedi. Alice Schae-

fer üçüncü sınıfı atlayıp dörde geçtiğinde, öğretmeni onun ve başka bir kız sınıf arkadaşının dördüncü sınıfta gayet başarılı olabileceklerini beklediğini; ama bu iki kızın uzun bölme işlemini yapabileceklerinden emin olmadığını söylemişti. Alice öfkelenmişti. Dördüncü sınıfta uzun bölme işlemini öğrenmeye kararlıydı. Bu tecrübe, onun matematik hakkındaki ilk hislerini oluşturmuştur.[55] Daha sonra, sınıfta herkesten daha iyi olmasına rağmen, lise matematik öğretmeni onun matematik öğrenmeye devam etmesine karşı çıkmıştı. Schaefer ondan kendisini Richmond Üniversitesi'ne tavsiye etmesini istediğinde, öğretmeni şöyle dedi: "Eğer matematikte lisans yapmak istiyorsan sana tavsiye yazmayacağım; çünkü kızlar matematik yapamaz."[56] Ama Schaefer galip geldi. Başka kadın öğrenciler daha şanslıydı. Örneğin, Kanadalı matemetikçi Margaret Marchand öğretmeni Bay Robson tarafından cesaretlendirildi. Robson, Margaret'daki yeteneği gördü ve onun üniversiteye devam etmesini öneren ilk insan oldu.

Bazı kadınlar, üniversiteye başlayana kadar matematiği seçmediler. 1950'lerde büyüyen Judith Roitman kendisini asla bir matematikçi olarak düşünmezdi. Judith, 8 yaşında şiir yazmaya başladı ve aynı zamanda küçük bir müzik dehasıydı; ama bir kız çocuğu olarak matematikte bir kariyer yapmaktan vazgeçirildi. "Roitman matematikte ne kadar başarılı olursa olsun asla gerçek kavrayışı başaramayacağı hissini hatırlıyor; çünkü tanım olarak, gerçeği kavrama yetisi sadece erkek çocuklarının sahip olabileceği bir şeydi."[57]

Lisede İngilizce öğretmeni olmayı planlayan Roitman, zamanında sadece kız öğrencilerin gittiği bir üniversite olan Sarah Lawrance'a kaydoldu. Orada, Roitman ne yapabileceği ve yapamayacağı hakkındaki düşüncelerini değiştirdi. İlk olarak, şiir ve dil çalıştı. Daha sonra felsefeye geçti. Matematikçilerin sürekli yeni düşünme yolları bulmaları ona çekici geldiğinden, son olarak matematiğe geri döndü.[58] Ama 1960'ların sonlarında ve 1970'lerin başlarındaki cinsiyetçilik, mezun olduktan sonra da

peşini bırakmadı. O dönemlerde ortam, kadın matematikçiler için çok zorluydu. Bu zorluklara rağmen Roitman, yaşıtı kadın matematikçilerden oluşan bir grubun, mezun öğrencilerin, doktora sonrası araştırmacıların ve danışmanı Mary Ellen Rudin'in desteğiyle başarılı oldu. (Rudin önde gelen bir topoloji uzmanıdır, ondan 9. bölümde daha ayrıntılı bahsedeceğiz.) Rudin, Roitman için maaşlı profesyonel yaşamı olan araştırmacı bir kadın matematikçinin yaşayan örneğiydi.[59] Roitman, küme teorisi alanında önde gelen bir araştırmacı ve Kansas Üniversitesi'nde profesör oldu.

Kadınların nasıl matematikçi olduklarını incelediği çalışmasında Margaret Murray, konuştuğu kadınlarının neredeyse hepsinin, matematikçi kadınların sosyal normları zorladığı dönemlerde, onları cesaretlendiren ya da etkileyen en azından bir üniversite hocasına sahip olduklarını bulmuştur. Hamile kadınlar da derslere katılmaktan vazgeçirilirlerdi. Ancak kendini adamış bir öğretmen, hamile bir öğrencisinin derslerine devam etmesini desteklerdi. Kadınlara özel üniversitelerdeki öğrenciler, kadın profesörlerin rehberliğinden faydalanmışlardır. 20. Yüzyıl başlarının en önemli matematikçilerinden olan Emmy Noether'in (1882-1935) Bryn Mawr Koleji'ndeki etkisi, o öldükten sonra bile devam etmiştir. (Noether, modern soyut cebrin yaratıcılarından biridir.) Bir Bryn Mawr mezunu şöyle hatırlıyor: "Oradaki herkes hâlâ, Emmy Noether'in orada bulunmuş olmasının büyük etkisi altındaydı. Hâlâ onun hakkında anlatılan hikâyeler vardı."[60]

Tüm bu çalışmalar, bize matematik dâhilerinin nasıl doğduğunu ve geliştiğini anlamakta yardımcı olabilir. Bu, beklenmedik bir şekilde oluyor. Matematik dâhileri, anne babaların ya da öğretmenlerinin çabasıyla ortaya çıkmıyorlar; ama onların desteği dâhilerin gelişimi için çok büyük bir öneme sahip. Matematiğe duyulan yoğun ilgi, genellikle 10-12 yaşına kadar kendini ortaya koymuyor. Çoğunlukla geleceğin ünlü bir matematikçisi, onlu yaşlarının sonlarına hatta daha sonraya kadar kendi yeteneğini keşfetmemiş oluyor. Öyle görünüyor ki,

gelişmekte olan içsel eğilim ve yetenek, ancak belirli bir zihinsel olgunluk kazanıldığında ve destekleyici bir çevre sağlandığında kendini gösteriyor.

Rekabet ve Yarışmalar

Melanie Wood, 2001 ABD Olimpiyat takımının özel hocasıydı. Melanie, ilk olarak anaokulundayken matematiğe ilgi duymaya başladı ve başının bundan dolayı belaya girdiğini hatırlıyor. Bir keresinde, üzerinde sayılar olan kartlarla oynuyor, onları çiftler ve tekler olarak ayırıyordu. "İki tek sayıyı toplarsam, bunlar hangi sayılar olursa olsun, toplamın bir çift sayı olduğunu fark ediyordum. Ve bir tek sayıyla çift sayıyı topladığımda ise...bu gibi şeyler. Başım belaya girdi; çünkü bu kartlarla oynamamalıydım. O dönemi geçeli çok olmuştu, ben başka kartlarla oynamalıydım."[61]

Wood'un annesi kızıyla matematik oyunları oynardı. Melanie henüz çok küçükken, annesi kızının matematikte özellikle iyi olduğunu düşünmüyordu. 7. sınıfa geçtiğinde Melanie, hızlandırılmış matematik sınıfındaydı; ama yine de matematik onun ilgi alanlarından sadece biriydi. Aynı yıl, *Mathcounts* adlı ulusal yarışmaya davet edildi. Yarışmacılar önce kendi okullarında yarışacaklardı, daha sonra da bölgesel yarışmalara katılacaklardı. Her eyaletteki en yüksek dört puana sahip yarışmacılar, ulusal yarışa katılmaya hak kazanacaktılar. 7. sınıftaki Melanie, *Mathcounts* için az hazırlık yapabilmişti; ama Indiana'da birinci oldu. "Bu, matematiği hayatımda önemli bir şey yapmak, kim olduğum ve neyde iyi olduğum hakkındaki düşüncelerimi değiştirmek açısından dünyamı tersine çevirdi."[62]

Melanie liseye başladığında, Uluslararası Matematik Olimpiyatları'na hazırlanmak isteyip istemediği soruldu. Melanie, eğitim kampındaki tek kızdı ve bu onu duygusal açıdan zorluyordu. Harvard'da matematik öğreten Bulgar bir kadının yardımıyla bunun üstesinden geldi. "Böyle bir rol modele sahip olmak benim için çok önemliydi. Önceden, 10 yıl sonra olmak isteyebileceğim bir



Resim 1-3. Melanie Wood, Olimpiyat yarışmacısı ve koçu, matematik araştırmacısı.

matematikçi tanımıyordum. Bir matematikçi olmayı hayal etmek çok zordu."[63] Daha sonraki yıllarda, Melanie birçok başarıya imza attı ve şimdi Stanford Üniversitesi'nde Szegó yardımcı profesörü.

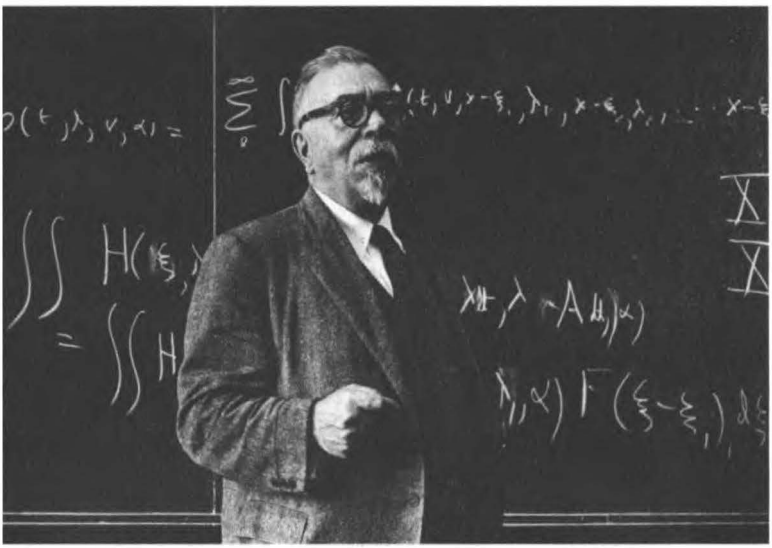
Problem yarışmaları, genç matematikçiler arasında büyük bir heyecan uyandırıyor. Stanford Üniversitesi matematik bölümünün başkanlığını da yapan Gabór Szegó (1895-1985), 1910 -12 yılları arasında aylık Macar lise matematik gazetesi eline ulaştığında yaşadığı heyecanı şöyle hatırlıyor: "Aylık sayının gelmesini dört gözle beklerdim, neredeyse nefes bile almadan problemler bölümünü açar ve gecikmeden sorularla boğuşmaya başlardım. Daha sonra kısa zamanda bu alandaki diğer insanların isimlerini bilir oldum. Diğerlerinin benim tam olarak çözemediğim soruları nasıl çözdüklerini ya da benim gönderdiğim çözümden çok daha güzel bir çözüme (daha basit, daha kusursuz ve zekice) nasıl ulaştıklarını büyük bir kıskançlıkla okurdum."[64]

Birleşik Devletlerde birçok başarılı öğrenci, matematik yarışmalarında ya da (önceden Westinghouse Bilim Yeteneği Araştırması olarak bilinen) Intel Bilim Yeteneği Araştırması'nda da kendilerini geliştirdiler. Bu onların lise tecrübelerine çok benzemiyordu; çünkü çoğunun söylediğine göre lisedeki öğretmenler bu kadar istekli bir öğrencinin zorluklarıyla başa çıkmaya hazır değildiler. Bazı genç matematikçiler kişiselleştirilmiş özel ders alırlar ya da erken yaşta üniversitede derslere katılırlar. Gustin'in çalışmasındaki 20 matematikçiden 16'sı, lisedeyken bağımsız olarak matematik çalışmışlardı. Anne babalarının ya da büyük kardeşlerinin üniversitede kullandıkları kitapları ya da bazı bilimsel dergileri okumuşlardı; ama matematikte yetenekli yaşıtlarıyla matematik konuşma şansını lisedeyken bulabildiler. 1950'lerde yaz matematik kampları bu amaçla kuruldu. Bu kamplar, sıradan derslerden çok daha zorlayıcı ve ilginçti. Orada dâhi gençler, büyüleyici yeni konular keşfettiler ve problem çözme tekniklerini geliştirdiler. Bir şeyi iyi yapmanın ve bununla takdir görmenin heyecanını keşfettiler.[65]

Lisans Sonrasındaki Danışmanlar

Geleceğin matematikçileri için sosyalleşmenin etkisinin en önemli olduğu dönem, lisans sonrasıdır. Bir matematik bölümünün saygınlığını, temel olarak orada yapılan araştırmanın kalitesi belirler. Öğrenciler, seçkin profesörlerle ve matematikle derinden ilgili öğrencilerle tanışmak umuduyla en başarılı matematik bölümlerine giderler. Bir yüksek lisans sınıfı, öğrencinin bir matematikçiyi iş başında görmesini mümkün kılar.

Yüksek lisansta, öğrencilerin danışman hocalarla kişisel ilişkiler geliştirmeleri mümkündür. Buna iyi bir örnek Norman Levinson (1912-1975) ile danışmanı Norbert Wiener (1894-1964)'in ilişkisidir. Lewinson şöyle yazıyor: "1933 Eylül'ünde hâlâ bir elektrik mühendisliği öğrencisiyken, bir kendisinin yüksek lisans dersini almamla Wiener'le tanıştım. Bu ders, o za-



Resim 1-4. Norbert Wiener.

manlar gerçek bir seminer şeklindeydi. Wiener, bu seviyedeki en harekete geçirici hocaydı. Aslında araştırmasına kara tahta üzerinde devam ederdi."[66] Levinson, Wiener'in anlattıklarının bir kısmını birazcık anladığını gösterir göstermez, Wiener ona yazmakta olduğu bir tezi verdi. Levinson, Wiener'in kanıtlarından birinde bir eksik buldu ve bu eksiği akıl yürütmeyle doldurdu. "Bunun üzerine Wiener daktilosunun başına oturdu, benim teoremimi yazdı, adımı ekledi ve makaleyi bir dergiye gönderdi. Ünlü bir profesör, genellikle genç öğrencisi için bir sekreter gibi davranmaz. Beni, alanımı elektrik mühendisliğinden matematiğe değiştirmeye ikna etti. Daha sonra kötü bir gettoda yaşamakta olan cahil ve göçmen anne babamı ziyarete gitti ve onlara matematikteki geleceğim hakkında garanti verdi. Benim için kalıcı bir pozisyon bulunana kadar, 5 yıl boyunca birkaç kez onları tekrar ziyarete gidip güven verdi. (Bu kriz dönemlerinde, var olan pozisyonların sayısı çok azdı.)"

Bazı özellikle yetenekli hocaların etkisi konunun daha da ötesine gider, tecrübeli olanların tutkusu acemilere iletilir. Ünlü

istatistikçi ve Richard Courant ile birlikte *Matematik Nedir?* kitabının yazarı olan Herbert Robbins, Harvard'daki hocası Marston Morse hakkında şunları söylüyor:

> Daha önce gördüğüm her şeyden tamamen farklı olarak onun aklını meşgul eden bir şey vardı. Benim ilgimi çeken buydu... Benim için bir baba figürüydü –babam ben 13 yaşımdayken ölmüştü. Marston ve ben iki insan ne kadar farklı olabiliyorsa o kadar farklıydık, neredeyse her konuda farklı düşünürdük. Ama yine de bildiğim her şeyi aşarak beni Marston'a çeken bir şey vardı. Sanırım bu onun yaratıcı, uyarıcı etkisiydi - sanki evin yansa ve eğer tamamlaman gerek bir şey varsa, ne olursa olsun onu bitirmeye devam edeceğin hissi gibi.[67]

(Morse teorisi, gradyan vektör alanının özellikleriyle ilgilenir, kuramsal ve uygulamalı matematiğin birçok alanını birleştirir.)

Stan Ulam (1909 – 1984)'ın kariyeri, Leh şehri Lvov'da küme teoristi Kazimir Kuratowksi'yle olan dostça ilişkisiyle hareketlendi:

> Daha ilk dersten onun açıklamalarının duruluğundan, mantığından, inceliğinden ve sunduğu materyalden etkilenmiştim. Daha başlangıçta, benden büyük öğrencilerin çoğundan daha aktif olarak Kuratowski'yle tartışmalara katılmıştım. Sanırım, benim onun en iyi öğrencilerinden biri olduğumu çabucak fark etti; dersten sonra bana özel ilgi gösterirdi... Çok kısa zaman sonra, küme teorisi dersinde daha zor soruların bazılarına cevap verebiliyordum ve başka sorular sormaya başladım. En başından itibaren, Kuratowski'nin bir acemiye bu kadar zaman ayırmasındaki sabrı ve cömertliği takdir ettim. Haftada birkaç kez öğle aralarında, yürüyerek 20 dakika uzaklıktaki dairesine giderken ona eşlik ederdim ve bu süre boyunca çok sayıda soru sorardım. Yıllar sonra, Kuratowski bana bu soruların bazen önemli, çoğunlukla orijinal olduğunu ve ona ilginç geldiğini söyledi. O zamanlar, belki



Resim 1-5. Richard Courant.

de matematikle ilgilenmeye hayatımın diğer tüm zamanlarından daha istekliydim.[68]

Bazen şans eseri bir karşılaşma, insanın kendi alanında yeni bir kavrayış kazanması için katalizör görevi görür. Paul Halmos (1916-2006), ünlü olasılıkçı Joe Doob ile Urbana, Illinois'de bir eczanede yediği öğle yemeğinden bahsediyor: "Gözlerim açıldı. İlham almıştım. Bana daha önce görmediğim bir matematik türünü, matematik konuşma ve matematik hakkında düşünme şeklini göstermişti. Büyük bir korkuyla doktora danışman hocama yaklaştım, onu Joe Doob'la değiştirmek istediğimi söyledim ve oradan kaçtım."[69]

Baba ve oğul Tobias ve George Dantzig'den daha önce bahsetmiştik. Ünlü istatistikçi Jerzy Neyman'ın (1894-1981) makalelerini okuduktan sonra George, Berkeley'e Neyman'ın bölümüne okumaya gitti.

Berkeley'deki ilk yılımda bir gün, Neyman'ın derslerinden birine geç kaldım. Tahtada ödev olarak verildiklerini düşün-

düğüm iki problem vardı. Onları not ettim. Birkaç gün sonra, ödevi geciktirdiğim için Neyman'dan özür dilemeye gittim – problemler normalden biraz daha zor gibilerdi. Ona ödevi hâlâ kabul edip etmediğini sordum, masasına bırakmamı istedi. İsteksizce dediğini yaptım; çünkü masası kâğıtlarla o kadar doluydu ki, ödevimin orada sonsuza kadar kaybolacağından korktum. Yaklaşık altı hafta sonra bir pazar günü saat sekiz civarı, Anne ve ben giriş kapımızın çarpılmasıyla uyandık. Gelen Neyman'dı. Elinde kâğıtlarla heyecanlı bir şekilde aceleyle içeri girdi: "Makalelerinden birine bir giriş yazısı yazdım. Onu oku ki bir an önce yayımlanması için gönderebileyim." Bir an için neyden söz ettiğini anlamadım. Uzun lafın kısası, ödev olduklarını düşünüp çözdüğüm tahtadaki problemler, aslında istatistikteki iki ünlü çözümsüz problemdi. Bu tecrübe, çözümsüz problemlerin çok büyük bir özelliği olmadıklarından kuşkulandığım ilk andı.[70]

Dantzig, Birleşik Devletlerdeki önemli istatistikçilerden biri oldu ve Ulusal Bilim Madalyası'nı kazandı.

Budapeşte'de, Birinci Dünya Savaşı'nın öncesinde ve sonrasında Lipot Fejér (1880 – 1959), tüm bir Macar matematikçiler neslinin akıl hocasıydı. Lipot, lisedeyken büyük bir problem çözücüydü. László Rátz, Budapeşte'deki Lutheran Lisesi'nin problem çözme oturumlarını çoğunlukla şöyle açardı: "Lipot Weisz yine çok güzel bir çözüm gönderdi." Daha sonra adını Fejér'e değiştiren Weisz, Eötvös yarışmasında ikincilik ödülünü kazanmıştı. (Bu yarışma, *Mathcounts*'un ve ABD Matematik Olimpiyatları'nın büyükbabasıdır.)

Fejér, 1911'de Budapeşte'de profesör oldu. George Polya şöyle yazıyor : "Benim yaş grubumdaki hemen herkesin ilgisini matematiğe çeken Fejér'di. Fejér, Budapeşte'de bir kafede öğrencileriyle oturur ve ilginç matematik problemleri çözerdi. Öğrencilerine tanıdığı matematikçilerin hikâyelerini anlatırdı. Tüm kültür, bu adamın çevresinde gelişti. Onun dersleri bir ömürlük

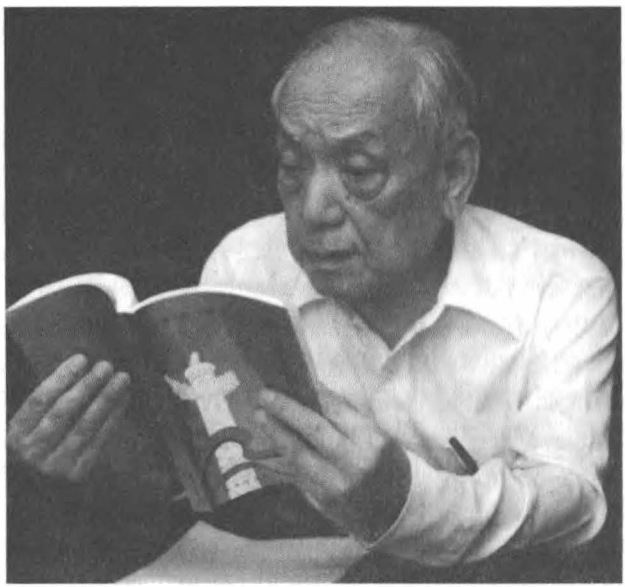
tecrübe gibiydi; ama sınıfın dışındaki etkisi, çok daha önemliydi."[71]

Fejér'in öğrencilerinden Agnes Berger, onun bir saatten az süren çok kısa, çok güzel dersler verdiğini hatırlıyor. "O gelmeden önce uzun zaman oturur onun gelmesini beklerdik. Geldiğinde, öfkeli gibi olurdu. İlk bakışta çok çirkindi; ama birçok ifade ve yüz buruşturmayla canlı bir yüze sahipti. Ders aşırıcı derecede detaylı anlatılırdı ve dramatik bir sonla biterdi. Onun dersi bir gösteriydi."[72] Fejér, Fourier analizine en büyük katkıyı yapan insanlardandı. (Bu analiz, sinüs ve kosinüs serilerinde genel fonksiyonların genişletilmesiyle ilgilenir.)

İyi bir danışman hocanın başka bir özelliği, yetişkinliğin karmaşık sorumluluklarıyla bir öğrenci olarak disiplini ve kendini adamayı dengelemeye çalışan öğrencisinin karşılaştığı gerilimleri anlayabilmesidir. Berkeley'de profesör olan S. S. Chern (1911 – 2004), öğrencilerinin karşılaştığı zorluklarda onlara yardım etmede başarılıydı ve onlara saygı duyardı. Aşağıdaki paragraflar *S. S. Chern: Yirminci Yüzyılın Büyük Bir Matematikçisi* adlı kitaptan alınmışlardır.[73]

Chern, 1952 güzünde Louis Auslander henüz doktora yeterlilik sınavına girmeden onun Chicago Üniversitesi'ne öğrenci olarak alınmasını kabul etti. Sınavın geometri bölümünden önceki gece, Auslander'in karısı yeni doğmuş ve kan kaybı olan oğluyla eve geldi. Sonraki sabah, Louis geometri sınavında başarılı olamadı; ama Auslander, Chern'i görüp ona hâlâ kendi tez danışmanı olup olamayacağını sorduğunda Chern,

> sınavların önemli olmadığı düşüncesini iletti – şimdi matematik yapmanın zamanıydı. Sonra usulsüz bir şekilde eğitim ve çıraklık süreci başladı. Chern şöyle şeyler söylerdi: "Finsler geometrisine bir göz atabilir misin?" ya da "Haftada bir gün ofisimde buluşup konuşabilirsek çok güzel olur.". Ne sunarsam sunayım, Chern kibar bir şekilde ve neredeyse sessizce dinlerdi. Arada "Anlamadım" derdi. Daha sonra öğrendim ki "Anlamadım" aslında "Bu yanlış" demenin kibar



Resim 1-6. Shiing-Shen Chern.

şekliydi. Chern bir şekilde, hata yapmanın normal olduğu ve hata yapa yapa gerçeğe ulaşmanın matematik yapmak olduğu felsefesini iletirdi. Her nasılsa, Chern ayrıca insan matematiğe başladığında devamının kendiliğinden geleceği anlayışını da anlamamızı sağlardı. Matematik yapmak seni sürekli iten buhar gücü gibiydi. İnsan matematikçiyse matematiği yaşardı... ki böyle de oldu.[74]

Princeton'da İleri Çalışmalar Enstitüsü'nün eski yöneticisi Philip A. Griffiths şöyle ifade ediyor:

> Chern, kendi yolunda ilerleyen öğrencilerin çalışma ve düşünceleriyle gerçekten ilgiliydi. Öğrencilerini cesaretlendiriyordu; ama yine de bazı fikirlerin ilginç olmadıklarını söylemeye de istekliydi. Bilgelik, matematiksel ayrımcılık ve kibarlığın bir karışımıydı. Chern, herkese bir iş arkadaşı ya da eşitiymiş gibi saygıyla davranırdı. Matematiksel ilişkilerine ek olarak, daha geniş anlamda, kişilere gerçek bir ilgi

gösterirdi. Onlara aileleri, kariyer planları ve seyahatleri hakkında sorular sorar; matematik tartışırken sergilediği aynı bilgelikle dünya politikasını, tarihi ve çeşitli olayları tartışırdı. 'Danışmanlık' kavramı moda olmadan çok önce, Chern bir danışman hoca modeliydi. Benim de otuz küsur yıl önce olduğum gibi matematikte kariyer yapmaya girişenler için, yukarıda bahsettiğim tecrübe belirleyici olabiliyor. Yeni başlayan bir öğrenci olgu ve tekniklerden daha çok şunları öğrenmeye ihtiyaç duyar: matematiksel bir dünya algısı; bir problemin ilginç olup olmadığını yargılayabileceği çeşitli kriterler; matematik bilgisi, heyecanı ve keyfini başkalarına aktarmanın yöntemi. Bir matematikçi olarak insanın kendini tam olarak geliştirebilmesi için, Chern'in birçok insan için sağladığı şeyleri sağlayabilecek bir danışman gereklidir. Örnekle öğretme, cesaretlendirme, gerçekçilik ve iletişim Chern'in sağladığı bu şeylerin bir kısmıydı.[75]

Erkek matematikçiler resmi olmayan konuşmalarda serbest bir şekilde danışmanlarından bahsetseler de, gördüğümüze göre kadın matematikçiler bu tür tanışıklıklar hakkında daha çok yazıyorlar. New York Üniversitesi (NYU) Courant Enstitüsü'nde eliptik kısmi diferansiyel denklemleri ve Riemann yüzeyleri üzerine çalışan önde gelen bir araştırmacı olan Lipman Bers (1914 – 1993), kadınlara güçlü bir bağlılık duyardı. 1950'lerde dekan dâhil herkes onun çalışmalarına karşı olmalarına rağmen Bers, hamile Tilla Weinstein'ın (daha sonra Tilla Klotz Milnor) çalışmalarına devam etmesine yardımcı olmuştur. Bers, öğrencileri NYU'nun yardımsever ortamını terk ettikten sonra da onlara tavsiye vermeye ve destek olmaya devam etmiştir.

Courant Enstitüsü öğrencisi olan grup kuramcısı Rebekka Struik, aynı enstitüdeki başka bir tanınmış profesör olan Wilhem Magnus'la tanışıklığından çok keyif alırdı. Ama Magnus ona artık çalışmasının tamamlanmış olduğunu ve başka bir pozisyon bakmanın zamanının geldiğini söylediğinde Rebekka hayal kırıklığına uğradı.[76] Rebekka'nın babası Marksist Dirk

Struik, diferansiyel geometride bir otoriteydi ve Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde (MIT) matematik profesörüydü. 1950'lerde Massachusetts Eyaleti'ni devirmekle suçlanan 'Massachusetts Onlusu' adlı gruptan biriydi. Bu onlu temyize giderek suçlamayı reddetti ve Dirk Struik, MIT'deki öğretim elemanı pozisyonuna geri döndü.

Richard Courant (1888-1972)'ın kendisi de kadınlara çok büyük destek oldu ve onlara ev sorumlulukları ve çalışmaları arasındaki çatışmadan kurtulmalarında yardım etti. Courant Enstitüsü'nde babası tanınmış bir matematikçi olan başka bir kadın öğrenci daha vardı. Cathleen Morawetz, Toronto'da uzun süre profesörlük yapmış İrlandalı önde gelen uygulamalı matematikçi J. L. Synge'nin kızıydı. (Cathleen'in büyük amcası aynı adlı ünlü bir İrlandalı oyun yazarıydı.) Courant ve Synge bir matematik toplantısında tanıştılar ve iki baba da kızlarının yakın zamanda evlendiğini fark ettiler. İki ünlü baba, kızlarının kendi seçtikleri alanlarda (sırasıyla matematik ve biyoloji) devam edemeyeceklerinden yakındılar. "Ya, ya, hmm, sen benim kızım için bir şey yapamazsın," diye Courant iç çekti, "ama belki ben seninki için bir şey yapabilirim. Bir ara onu bana gönder."[77] Morawetz, Courant Enstitüsü'nde öğrenci oldu ve K. O. Friedrichs'in yanında transonik akış üzerine tezini yazarak doktora derecesini kazandı. Daha sonra aynı enstitüde profesör, en sonunda da enstitünün başkanı oldu. Amerikan Matematik Topluluğu'nun başkanlığına seçildi ve ardından Milli Bilim Madalyası'nı kazandı.

Hersh, Courant'ta lisans sonrası çalışmalarına başladığında Morawetz'in dersi *Uygulamalı Matematiğe Giriş*'e kaydoldu ve bu derste sınav kâğıtlarını notlandırması için görevlendirildi. Dersi alan bir öğrencinin o dersin sınav kâğıtlarını okuması çoğu üniversite bölümünde kötü karşılanırdı; ama bir aile kuruluşu tarafından idare edilen Courant'ta bu bir problem değildi. (Orada 'akraba kayırmanın şart olduğu' esprisi yapılırdı.) Courant'ın kızlarının ikisi de matematikçilerle evlendi – Courant

Enstitüsü'nde uzun zaman profesör olan Jerry Berkowitz ve Zürih'teki İsviçre Federal Teknoloji Enstitüsü'nde birçok yıl geçirmiş olan, dinamik sistemlerdeki çalışmalarıyla tanınan Jürgen Moser. Eski (ve biraz da cinsiyetçi) bir deyiş vardır: "Matematik yeteneği kayınbabadan damada geçer." Aslında, yalnızca iki kızı olan Courant üç tane matematikçi damada sahip olmayı başardı! (Jerry Berkowitz'in ölümünden yıllar sonra Lori Berkowitz -kızlık soyadıyla Courant, Courant Enstitüsü'nün önemli üyelerinden biri olan Peter Lax'la evlendi.) Kayınvalideler ve gelinlerini de matematikçiler olarak örnek vereceğimiz günler de çok uzak değil.

Çok sayıda matematikçi, profesör olarak en büyük tatminlerinin tez yazan öğrencilerle çalışmak olduğunu söylemişlerdir. Bir matematikçiyi en başından büyük bir güç olana kadar yetiştirmenin yerine bir şey konamasa gerek. Yetiştirdiğiniz bir öğrenci, uzun zaman uğraştığınız bir problem hakkında yeni bir fikirle size geldiğinde aldığınız keyif, tek başınıza problem çözerken aldığınız keyiften çok daha fazladır. Böyle bir ilişkiye ünlü bir örnek, beşinci bölümde bahsedeceğimiz Karl Weierstrass (1815-1897) ile Sofia Kovalevskaya (1850-1891) arasındakidir.

Diğer taraftan, her tez öğrencisi ve danışman hocası arasındaki ilişki bu kadar iyi değildir. Bu ilişki yakın ve samimi ya da uzak ve resmi olabilir. Ünlü bir matematikçi, tez danışmanlığını 'zor koşullar altında profesör tarafından yapılmış araştırma' olarak tanımlıyor. Bildiğimiz bir matematikçinin danışmanı, tezini bitirir bitirmez ona yardım etmeyi bırakmıştır. Başka biri danışmanıyla buluşmaktan korktuğundan; çünkü onun toplantılarda öfkelenip tebeşir fırlattığından bahsetmiştir. Yukarıda, Macaristan'da Fejér'in derslerini anlatırken alıntıladığımız Agnes Berger şöyle diyor: "Amerika'da bir profesörün yüksek lisans öğrencisiyle birlikte oturduğunu gördüğümde çok şaşırmıştım. Böyle bir şey Budapeşte'de asla olmazdı. Profesöre 'şununla şununla ilgiliyim' derdiniz, daha sonra gelip ne yaptığınızı gösterirdiniz.

Buradaki destek, orada kesinlikle yoktu. Öğrencilerini her hafta gören insanlar biliyorum. Böyle bir şey duyulmuş mudur?"[78]

Öğrenciler, sadece yüz yüze değil uzak mesafeden de rehberlik ve ilham alırlar. 20. yüzyılın başlarında önemli Amerikan matematikçilerinden George David Birkhoff (1884-1944), Paris'teki Henri Poincaré'dan ilham almıştır.[79] 'Uzaktaki hocalardan'[80] yüz yüze iletişimdense onların yayınlanmış çalışmaları aracılığıyla bir şeyler öğrenmek, yaratıcı gelişmenin önemli bir parçasıdır. Yaratıcı birey, geçmişten kendi öğretmenlerini bulduğunda, yoğun ve kişisel bir yakınlık doğar; başka birinin çalışması onda aynı heyecanı uyandırır. Böyle bir bağ, öğrenci, yaratıcı bireylerin özelliği olan kendini vermeyle bazı değerli çalışmaları keşfettiğinde kurulur. Bu şekilde, sadece erken çıraklık dönemleri boyunca değil, iş yaşamlarının birçok aşamasında tekrar tekrar becerilerini tazeleyip derinleştirirler ve zihinlerini beslerler.[81]

Matematiğe yeni girişen bir öğrenci için, kendinden öncekilerin çalışmaları göz korkutucu bir zorluk oluşturur. Bu alandaki büyük başarılar aşılamaz görünür göze. Çoğunlukla, kendinden şüphe duyan ya da cesaretleri kırılan bu insanlar, danışmanlarının desteğine ihtiyaç duyarlar.

Matematik Yaşamına Hazırlanmak

Matematik öğrencileri için kendilerini başarının garanti olmadığı bu alana adamak yoğun bir tecrübedir. Matematik araştırması, bir problem üzerine uzun zaman derin bir odaklanmayı gerektirir. Önceki başarılar, yeni bir problemde başarılı olmayı garanti etmez. Gustin'in çalışmasındaki matematikçilerden bazıları doktora derecelerini aldıktan sonra bile matematikteki yetenekleri konusunda güvensizlik hissetmişlerdir. "Yaratıcı bir şekilde matematik yapma konusundaki yeteneğim hakkında çok büyük şüphelerim vardı. Bunu yapmadan bilemezdim."[82] Bazen bazı yüksek lisans öğrencileri, başlangıçta seçtikleri ümit verici görünen bir tez konusunun sonuçta kötü bittiğini görüyorlar.

Sonuç kestirilemezken birini bu yoğun çabaya iten nedir? "bir şeyin içine dalmak zorundasınız. Bu konuda sürekli düşünün. Sürekli çalışır çalışır, etrafta dolanan fikirleri anlamaya çalışır ve öyle bir noktaya ulaşırsınız ki artık problemler kendi kendilerini çözerler. Bazen bu iki yıl sonra olur; ama yoğunlaşmanız ve odaklanmanız gerekir."[83] Ve başardıktan sonra da, sadece bir grup uzman sizi takdir eder.

Fakat yeni bir sonuç elde etmenin heyecanı, son derece tatmin edici olabilir. "Şimdiye kadar yaptığım iki ya da üç şeyden biliyorum ki, hissettiğim bu duygu hiçbir şeyle karşılaştırılamaz. Bu alana birkaç şey kazandırabildiğim için kendimi ayrıcalıklı hissediyorum. Konuyu seviyorum, beni uzun bir çalışmadan sonra bir probleme çözüm bulmak kadar eğlendiren bir şey yok. Bir problemin üzerinde iki ya da üç yıl çalıştıktan sonra başarısız olmak bazen çok acı verici olsa da, hâlâ aklının bir köşesinde bu kovalamacanın heyecanını duyarsın."[84]

Bir matematikçi olma seçimi, genç bir öğrenciye heyecan ve korku verir. Bu bölümde, bir bireyin entelektüel yaşamda önemli riskler almasını sağlayan koşullardan kısaca bahsettik. Erken yaşta duyulan meraka anne babanın yaklaşımı, ilham veren eğitim, yaşıtlarla ve danışman hocalarla canlı etkileşim gibi faktörlerin hepsi, bir çözüme ulaşmak için uzun zamanlarını harcama istekliliğine katkı sağlar. Buna genç matematikçinin sıradışı odaklanma yeteneği, dikkatini dağıtan unsurları görmezden gelebilmesi ve başarısızlıkta bile yoluna devam etme gücü eklenebilir. Kadın matematikçiler cinsiyetçiliğin sürdüğü bu mesleğe girdiklerinde özellikle ciddi problemlerle karşılaşıyorlar, bu iş onları ailelerinden ve yaşıtlarından uzaklaştırabiliyor. Bu büyük riskleri almayı ve odaklanmayı mümkün kılan, belki de hem estetik hem de entelektüel açıdan tatmin edici bir şekilde derin ve uzun erimli etkiye sahip bilgiler üretmenin çekiciliğidir.

Kaynakça

Albers, Donald J., & Alexanderson G.L. (1985). *Mathematical people: Profiles and interviews* (Matematik İnsanları: Profiller ve Söyleşiler). Boston: Birkhauser.

Albers, Don (2007). John Todd – Numerical mathematics Pioneer (Sayısal matematik Öncüleri). *College Mathematics Journal* (Kolej Matematiği Gazetesi) 38(1), 5.

Bell, E.T. (1937). *Men of mathematics* (Matematik Adamları). New York: Simon ve Schuster.

Bloom, Benjamin S. (1985). *Developing talent in young people* (Gençlerde yeteneği geliştirme). New York: Ballantine Books

Brockman, John (2004 baskısı). *Curious minds: How a child becomes a scientist* (Meraklı Beyinler: Bir çocuk nasıl bilim adamı olur). New York: Pantheon Books.

Chang, Kenneth (2007). Journeys to the distant fields of prime. *New York Times*, 13 Mart 2007. 10 Nisan 2008'de belirtilen siteden alınmıştır: http://www.nytimes.com/2007/03/13/science/13 prf.html?_r=1&sq=The %20Mozart%20of%20MAth&st=nyt&oref=slogin&scp=1&pagewanted=print

Csikszentmihalyi, Mihaly, Rathunde, Kevin & Whalen, Samuel (1996). Talented teenagers: *The roots of success and failure* (Yetenekli gençler: Başarı ve başarısızlığın kökleri). New York: Cambridge University Press (Cambridge Üniversitesi Yayınları)

Dyson, Freeman J. (2004). Member of the club (Kulübün üyesi). In John Brockman. Curious minds: *How a child becomes a scientist* (Meraklı Beyinler: Bir çocuk nasıl bilim adamı olur). New York: Pantheon Books.

Feldman, David H. (1986). Nature's gambit (Doğanın hesaplı hareketi). New York: Basic Books.

Gallian, Joseph A. (2004). A conversation with Melanie Wood (Melanie Wood ile söyleşi). *Math Horizons* 12 (Eylül), 13, 14, 31.

Gustin, William C. (1985). The development of the exceptional research Mathemaricians. In Benjamin S.Bloom.). *Developing talent in young people* (Gençlerde yeteneği geliştirme). New York: Ballantine Books.

Heims, Steve J. (1982). *John Von Neumann and Norbert Wiener: From Mathematics to the Technologies of life and death* (Matematikten Hayatın ve ölümün Teknolojisine). Cambridge, Mass: MIT Press.

Hersh, Reuben & John-Steiner, Vera (1993). A visit to Hungarian mathematics (Macar matematiğine ziyaret). *Mathematical Intelligencer* (Matematik Casusluğu) 15(2), 13-26.

Howe, Micheal J.A. (1990). *The origins of exceptional abilities* (Kuraldışı Yeteneklerin kökenleri). Cambridge, Mss.: Basil Blackwell.

James, I. (2002). *Remarkable mathematicians* (Göze çarpan matematikçiler). Cambridge: Cambridge University Press (Cambridge Üniversitesi Yayınları)

John-Steiner, Vera (1997). *Notebooks of the mind: Exporations of thinking* (Aklın Defterleri: Düşünmenin keşfi). New York: Oxford University Press (Oxford Üniversitesi Yayınları)

Krutetskii, V, A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in schoolchildren* (okul dönemi çocuklarda matematiksel yeteneğin psikolojisi). Chicago: University of Chicago Press.

Levinson, N. (1966). Wiener 's life (Wiener'in hayatı). *Bulletin of the Amerikan Mathematical Society* (Amerikan Matematik topluluğu'nun bülteni 72(1, II), 3, 24, 25.

MacTutor web sitesi. Birkhoff.

Marx, George (1999). The Hungarian gymnasium. *Europhysics News* (Kasım/ Aralık) sayfa 130.

Massera, J. L. (1998). *Recuerdos de mi vida academica y politica* (Akademik ve politik hayatımın anıları). 6 Mart 1998'de National Anthropology Museum of Mexico City (Mexico City Ulusal Antropoloji Müzesi)'nde verilen seminer ve *Jose Luis Massera: The scientist and the man* (Bilim adamı ve insan)'da basılmıştır. Frank Wimberly tarafından çevrilmiştir. Montevideo, Uruguay: Mühendislik Fakültesi.

Mordell, L. J. (1971). Reminiscences of an octogenarian mathematician (Seksenlik matematikçileri hatırlama) *American Math* (Amerikan Matematiği), Aylık 78 952-961.

Morrow, Charlene & Perl, Teri (1998). *Notable women in mathematics: A biographical dictionary* (Matematikte Göze Çarpan Kadınlar: Biyografik sözlük). Westport, Conn.:Greenwood Press.

Murray, Margaret (2000). *Women becoming mathematicians* (matematikçiye dönüşen kadınlar). Cambridge, Mass.: Massachusetts Institute of Technology (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü)

O'Connor J. J. & Robertson, E.F. (2003). George Dantzig http://www-history.mcs/st-andrews.ac.uk/Mathematicians/Dantzig-George.html (p.2)(MacTutor, Matematik ve Ostatistik Okulu, St. Andrews Üniversitesi, JOC/EFR Nisan 2003 ten bir makale)

Olson, Steve (2004) *Count Down* (Geriye Sayma). Boston: Houghton Mifflin.

Paulson, Amanda.(2004). Children of immigrants shine in math, science (Matematik ve fende göçmelerin çocukları parlıyor). *Santa Fe New Mexican* 813 1/04, p.A5.

Perl, Teri (1978). *Biographies of women mathematicians and related activities* (Bayan matematikçilerin biyografileri ve ilgili aktiviteler). Menlo Park, Calif.: Assison-Wesley.

Radford, John (1990). *Child prodigies and exceptional achievers.* (Çocuk dehalar ve kuraldışı başarılar) New York: Harvester Wheatsheaf.

Rathunde, Kevin & Csikszentmihalyi, Mihaly (1993). Undivided interest and the growth of talent: A longitudinal study of adolescents. *Journal of Youth and Adolescence* (Bölünmeyen ilgi ve yeteneğin büyümesi: Ergenlerin uzunlamasına çalışması) 22(4), 385-405.

Reid, C. (1976). *Courant in Göttingen and New York.* New York, Springer-Verlang.

Reid, Constance (1996). *Julia, a life in mathematics* (Julia, matematikte bir hayat). Washington D.C.: Mathematical Association of America.

Sacks, Oliver (2001). *Uncle Tungsten: Memories of a chemical boyhood* (Tungsten Amca: Kimyasal erkekliği n anıları). New York: Alfred Knopf.

Singh, Simon (1998). *Fermat's Last Theorem* (Fermat'ın Son Teorisi). London: Fourth Estate.

Szanton, Andrew (1992). *The recollections of Eugene P. Wigner as told to Andrew Szanton* (P. Wigner, Andrew Szanton'a anlatıldığı gibi). New York: Plenum Press.

Tikhomirov, V. M. (1993). A. N. Kolmogorov. In Smilka Zdravkoska Peter L. Duren (Eds.) *Golden years of Moscow mathematics.* Providence, R. I.: American Mathematical Society.

Tikhomirov, V. M. (2000). *Moscow mathematics* (Moskova Matematiği) (1950-1975). In Jean-Paul Pisier (Jean-Paul Pisier versiyonu). Development of Mathematics (Matematiğin Gelişimi) 1950-2000. Boston: Birkhauser, sayfa 1109-1110.

Ulam, S. (1976). *Adventures of a mathematician.* New York: Scribner.

Wiener, norbert (1953). *Ex-prodigy: My childhood and youth* (çocukluğum ve gençliğim). New York: Simon ve Schuster.

Wigner, Eugene (1992). *The recollections of Eugene P. Wigner as told to Andrew Szanton* (P. Wigner, Andrew Szanton'a anlatıldığı gibi). New York: Plenum Press.

Winner, Ellen (1996). *Gifted children: Myths and realities* (Üstün Yetenekli Çocuklar: Mitler ve Gerçekler). New York: Basic Books.

Wolpert, Stuart (2006). Terence Tao, "Mozart of math" (Matematiğin Mozart'ı) UCLA tarafından Fields madalyasına layık görülen ilk matematikçidir. Bu ödül daha çok "Nobel prize in Mathematics (Matematikte Nobel Ödülü) olarak adlandırılır. *UCLA News*, 22 Ağustos 2006. 10 Nisan 2008'de http://newsroom.ucla.edu/portal/ucla/Terence-Tao-Mozart-of-Math-7252 'den alıntı yapılmıştır.

Yau, S. T. (1998 versiyonu). *S. S.Chern: A great geometer of th rwentieth century.* Singapore: International Press.

+2+

Matematik Kültürü

Matematikçiler, uzun ve zengin bir geçmişe sahip bir topluluk oluştururlar. Birbirlerini bu topluluğun diğer üyeleri olarak görürler. *Matematik kültürü ve matematik topluluğunun kültürü nedir?*

Görünüşe göre, bu soru nadiren sorulmuştur ve üzerinde çok az çalışılmıştır. Amerikan topolog Raymond Wilder, bu konuya önemli katkıları olan biridir. Bu bölümde, onun çalışmalarını sürdürmeye ve matematik kültürünün bazı çok önemli özelliklerini vurgulamaya çalışacağız.

Paul Halmos'a "Matematik nedir?" diye sorulduğunda, şöyle cevap vermiştir: "Matematik güvencedir. Kesinliktir. Gerçektir. Güzelliktir. Kavramadır. Yapıdır. Mimaridir."[1] Çok sayıda matematikçi Halmos'la aynı fikirdedir, keşfetmenin ve kanıtın estetik bileşenlerini bir neşe kaynağı olarak görürler. Diğerleri, şekiller ve modeller hakkındaki çalışmalardan bahsederler. Fransız matematikçi Laurent Schwartz şöyle yazıyor: "Açıkça matematiği güzel –olağanüstü güzel– ve özellikle geometriyi kıyaslanamaz biçimde şık buluyorum."[2] *Sonsuzlukla Oynamak* kitabının yazarı Macar Rosza Péter, bir insanın matematik çalışmaktan daha iyi ve daha güzel bir şey yapamayacağını iddia ediyor.[3]

Gençliklerinde bu alanı keşfeden çok sayıda matematikçi, aksiyomlardan kanıtlara giden argümanların iç mantığından zevk almışlardır. Çoğu için, genel olarak bilime ilgileri onları titiz düşünmeye itmiştir, daha sonra laboratuvar bilimleri için gerekli olan beceriden yoksun olduklarını fark edip matematiğe yönel-

mişlerdir. (Ralph Boas, kimya dersi aldığı zaman ödemek zorunda kaldığı 'rekor düzeyde kırık cam faturası'dan bahsetmiştir.[4]) Diğerleri, fizik ya da biyolojinin onların kesinliğe olan tutkularını tatmin etmediğini söylemişlerdir. İnsanın kişisel entelektüel öncelikleri –psikologlar buna öğrenme biçimleri derseçtiği alanın yaygın düşünce ve kültür biçimleriyle uyum içinde olmalıdır.

American Heritage Dictionary (2006)'den kültürün tanımıyla başlayalım:

> Toplumsal olarak aktarılan davranış şekillerinin, sanatın, inançların, kurumların ve insan çalışmasının ve düşüncesinin diğer ürünlerinin tümü. Bu örnekler, özellikler ve ürünler belirli bir dönemin, sınıfın, toplumun veya nufüsün bir ifade biçimi olarak değerlendirilir.

Kültür, ayrıca müzik ya da matematik kavram ve notasyonları gibi karakteristik sembol sistemlerine sahip insan eyleminin yapılandırılmış alanlarını da kapsar.[5]

Bu bölümde, kültürün dört yönüne odaklanacağız. İlki bilişsel ve duygusal yönü. Şu soruya cevap arayacağız: Hangi zihin alışkanlıkları, davranış şekilleri ve motivasyonlar genç matematikçilerin matematik topluluğunun üyeleri olmalarına olanak verir?

Kültürün değineceğimiz ikinci yönü, estetik. Herkes matematiğin güzel olabileceği, olması gerektiği ya da hatta olmak zorunda olduğunu konusunda hemfikirdir; ama güzel matematik demekle ne demek olduğunu açıklamak çok da kolay değildir. Matematikçiler hangi modelleri, kanıtları ya da keşifleri güzel olarak adlandırırlar?

Üçüncüsü kültürün sosyal yönü. Hangi ortak değerler, hikâyeler, gelenekler ve kurumlar bu disiplini destekler? İçeridekiler ve dışarıdakiler kimlerdir?

Matematik kültürünün değineceğimiz dördüncü özelliği, onun içsel gerilimlerle nasıl başa çıktığı: Bu disiplin anlaşmaz-

lıkları nasıl tanımlar ve onlara işaret eder? Bir mucit nasıl ödüllendirilir? Ödüller nasıl paylaşılır? Rekabet, işbirliğiyle birlikte nasıl var olur?

Matematiksel Biliş ve Hisler

Soyut düşünme şekillerinin kazanımı, matematik eyleminin temelindedir. Bu erken çocuklukta başlar. Örneğin doğum günü kutlamalarında, okul öncesi çocuklar dört parmaklarını havaya kaldırırlar; bu onların tüm sayıları eşit bir ilişki içinde anladıklarını gösterir. Daha soyut kavramları, sayılar için kullanılan kelimeleri ve sembolleri öğrendiklerinde kazanırlar.

Davis ve Hersh, soyutlamanın iki özelliğinden bahsediyor. İlki 'idealize etme', yani bir üçgenin çizildiği kalem çizgisinin kalınlığı gibi gereksiz detayları akıldan çıkarma. İkincisi 'özünü alma', yani bir problemin önemli özelliklerini çekip çıkarma, örneğin karmaşık bir labirenti grafik olarak gösterirken, labirentin seçilmiş konumlarının grafikte düğümler olarak ifade edilmesi.

Matematik, tarihsel ve psikolojik olarak peşpeşe gelen gelişmelerle ilerler: sayma, daha sonra geometrik ve aritmetik işlemler, daha sonra da daha genel motiflerin çalışılması. Doğadaki bir motifle matematiksel bir gösterimin arasındaki bağlantı güçlü bir duygusal çekiciliğe sahiptir. Bu, matematiğin duygusal ve estetik çekiciliğinin bir parçasıdır. Bu bağlantı, daha önceki bölümde gördüğümüz Steven Strogatz'ın parabollerle olan tecrübesinde örneklendirilmiştir.

Matematik kültürünün üyeleri, topluluklarının 'dilini' ya da ortak araçlarını oluşturan semboller ve notasyonlar üretirler. Semboller ve notasyonlar aracılığıyla kavramlar açıklanır ve kusursuzlaştırılır. Bir sembol icat edildikten sonra, birçok matematikçi tarafından kullanılır, değerlendirilir, yaygınlaştırılır ve uygulanılır. Kişisel biliş ve müşterek eylem arasındaki dinamik bağlantı sohbetler, akademik çıraklık, yayınlar, konferanslar ve ders kitapları aracılığıyla kurulur.

Antik zamanlarda, ticaretin ve astronominin ihtiyaçlarını karşılamak için semboller icat edilmiştir. Katipler, çentik ve kilden sembollere olan bağlılığı değiştirmek için sayılar yerine Yunan harflerini kullanmışlardır. Günümüzde, hâlâ yeni kavramlar ve semboller fizik bilimlerinin zorluklarından ve matematiğin gelişen iç mantığından doğmaktadırlar.

Matematiğin sembolik araçlarının evrimi dengesiz olmuştur. Uzun süren durgunluğun (örneğin Avrupa'daki Ortaçağ) ardından hızlı gelişme dönemleri gelmiştir. Etkin ticarete, geniş coğrafi bağlantılara ve gelişmekte olan teknolojilere sahip toplumlar, matematiksel gelişim için verimli bir ortam sunmuşlardır. Bu, sabit izole toplumlarının durgunluğuna zıttır. Aşırı derecede izole topluma bir örnek, Amazon havzasında yaşayan küçük bir avcı toplayıcı kabilesi olan Pirahâ'dır. Dilbilimci Daniel Everett, yıllarını bu kabile üzerine çalışarak geçirmiştir. Onun bulgularına göre, bu kabilede hesap diye bir şey yoktu ve dillerinde sayılar için kelimeler bulunmuyordu. Bu kabilenin üyeleri neredeyse tamamen şarkı söylerek, ıslıkla ve mırıldanarak iletişim kuruyorlardı. Everet, onların dillerinde sayılar için kelimeler olmamasını, saymanın olmamasını ve hatta kültürel hikâyelere sahip olmamalarını, konuşmalarındaki yaygın bir değerle ilişkilendiriyordu: bu kabiledeki insanlar, kişisel ve anlık tecrübeler dışında herhangi bir bilgi hakkında konuşmaktan kaçınıyorlardı.[6]

Sayılar için kelimelerin eksikliği Pirahâ ile sınırlı değildir. Papua Yeni Gine'de yüzlerce yerli dilin çoğunda sadece 'bir', 'iki' ve 'çok' kelimeleri vardır. Kültürlerarası ve tarihsel incelemelere göre, evrensel olduğunu düşündüğümüz sayılarla ilişkimiz, aslında ekonomik olarak gelişmiş ve kültürel olarak açık toplumlara hastır.

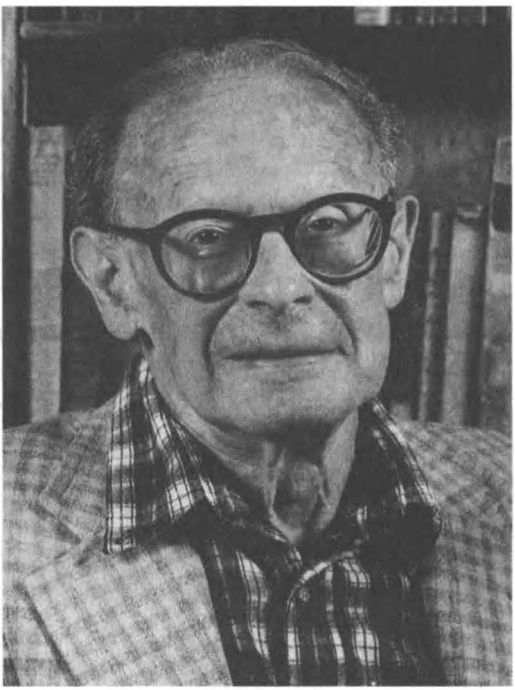
Bir *kültürün* içindeki zihinsel alışkanlıklar da çok farklıdır. Hatta modern Batı matematik toplumunda, mantık ve soyutlama matematikçilerin düşünme şekillerinin tamamını oluşturmaz; buna sezgi, benzeşim ve görselleştirme de eklenebilir.

Benoit Mandelbrot, fraktallar üzerine çalışmalarıyla tanınır. Henüz küçük bir çocukken amcası ona satranç oynamayı, harita incelemeyi ve çok hızlı okumayı öğretmiştir.[7] Öğrenciyken matematiksel fonksiyonları şekillerle ifade ederdi. Üniversite yaşına geldiğinde, Fransa'nın en iyi eğitim kurumları olan École Normale Supérieure ve École Polytechnique'e girmek için gereken çok zorlu sınavları geçmeyi başarmıştır. Benoit şöyle yazıyor: "Bazı zorlu integrallerle karşılaştığımda onları hemen tanıdık bir şekille ilişkilendirdim. Zamanında bir kitapta ya da bir problemde karşılaştığım ve sonsuza kadar unutmadığım, tüm özellikleri ve tuhaflıklarıyla bildiğim bir şekiller ordusu vardı."[8]

Mandelbrot'un güçlü görselleştirme kullanımı, savaş sonrası yılların akademik eğilimlerine tersti. Mandelbrot'un tanımına göre görselleştirme, 'kanıtın yokluğunda mantıklı ve inandırıcı olan' bir algı demek olan bir matematiksel sezgi şekliydi.[9] Bu tür sezgisel algılar keşifte önemlidir ve gerekçelendirmek için gerekli olan daha katı ve tümdengelimli yöntemlere zıttır.

Okulda matematiği sinir bozucu bulan çocuklar için, algoritmalardaki monoton tekrar bir tür yabancılaşmaya neden olur. Tersine, öğretmen problem çözme, tahmin etme ve sezgiyi içeren daha geniş bir yaklaşım sunduğunda, öğrenciler fikirlerle daha serbest, oyun benzeri bir deney tecrübesinin içine girerler. Örnekler, görselleştirme ve mantıksal kurallar aracılığıyla düşünür ve iletişim kurarlar.

Düşünceyi gözlemlemek zordur. Düşünce hakkında bilgi sahibi olmanın bir yolu içgözlemdir. Jacques Hadamard ünlü makalesi 'Matematikte Keşfin Psikolojisi'nde iş arkadaşlarına şöyle sorar: "Matematikçiler hangi içsel ya da zihinsel görsellerden, ne tür 'içsel kelimelerden' faydalanırlar? Çalıştıkları konuya bağlı olarak bunlar hareketle ilgili ya da işitsel, görsel ya da bunların karışımı mıdırlar?"[10] Einstein'ın bu soruya cevabı sürekli alıntılanır. Einstein şöyle yazıyor: "Kelimeler ya da dil, yazıldıkları ya da konuşuldukları şekliyle, görünüşe göre benim düşünce mekanizmalarımda bir role sahip değiller. Düşüncenin



Resim 2-1 André Weil.

öğeleri olarak görev yapar görünen fiziksel varlıklar, kesin göstergelerdir ya da kendi isteğimizle tekrar üretebileceğimiz ve birleştirebileceğimiz az çok açık görsellerdir."[11]

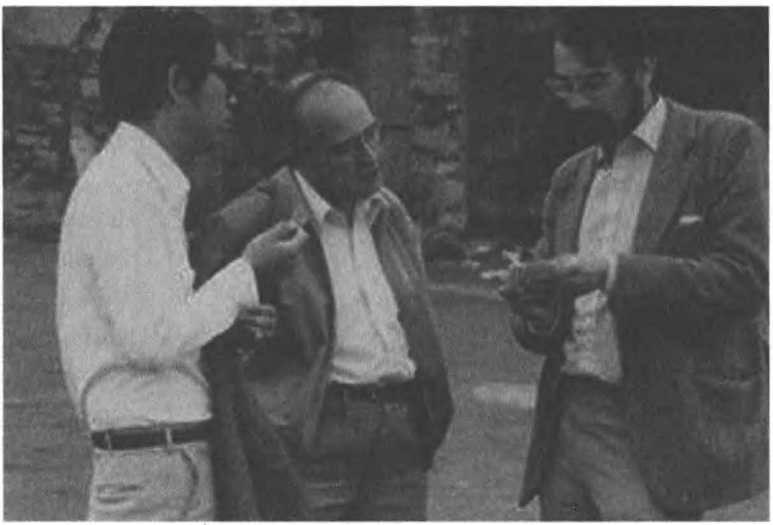
Hadamard'ın kendi düşünce şekli de Einstein'ınkine benzerdi. Keşifler yapmak için zihinsel resimlere bağlıydı ve onları kelimelere dökmekte zorlanırdı. Bu eğilim, onun matematiksel keşifte özellikle görsel, sezgisel ya da bilinçaltıyla ilişkili yaklaşımlarla ilgilenmesine yol açmıştır. Bunlardan sonra doğrulama ve 'kesinleştirme' aşaması gelirdi.

Bilinmeyen bir kaynaktan doğan hızlı düşünme sürecinin – bazılarının deyişiyle 'Aha!' deneyimi– bir tanımı da, Bourbaki grubunun kurucularından André Weil tarafından yapılmıştır. (Bu Fransız matematikçiler grubu, 1930'larda kendi alanlarının temelini yeniden formüle ettiler ve işbirliği içinde kendi seçtik-

leri isimleri kullanarak yazılar yayımladır.) Weil şöyle yazıyor: "Adının hakkını veren her matematikçi, çok nadiren olsa bile, bir düşüncenin diğerini mucizevi bir şekilde takip ettiği ve bilinçaltının –bu kelime yoruma açıktır- görünüşe göre bir rol oynadığı bu açık coşkunluk durumunu deneyimlemiştir... Bunu bir kere tecrübe ettikten sonra, onu tekrar yaşamak isterseniz; ama bunu isteyerek yapamazsınız. Sadece azimli çalışmayla belki o size kendini göstererek sizi ödüllendirebilir."[12]

Yaratıcılık alanında araştırmacı olan Mihaly Csikszentmihalyi bu derin dalma halini, zorluk ve yeteneğin güzelce eşleştiği bir durum, 'akış' olarak tanımlıyor. Bu durumda insanlar yaptıkları işe o kadar dalarlar ki "kendilerini yaptıkları eylemlerden ayrı olarak düşünemez hale gelirler."[13]

Akıl hocaları ve danışman öğretmenler, matematik yaşamının hem bilişsel hem de motivasyonel taraflarına örnek olurlar. Modeller olarak, sürekliliği öğretirler. Araştırmacılar uzun zaman alan ve bazen sinir bozucu olan çalışmalarında ısrar ederler, bunun ardından rahatlama ve coşku gelebilir. 1927'de, Oscar Zariski İtalya'dan Amerika'ya göç etmişti. Karısına, yoğun matematik çalışmasına eşlik eden büyük duygu değişimlerinden bahsettiği mektuplar yazmıştır: "Şimdi telaşlı bir dönemden geçiyorum... Eğer araştırmamı iyi bir sonuca ulaştırmayı başarabilirsem... Bu, bu problemle ciddi bir şekilde ilgilenen profesörlere layık olduğumun bir onayı olacak."[14] Haftalar sonra hâlâ masasına çivilenmiş ve problemi çözememişti: "Ah, şimdi çok kötü bir dönemdeyim. Haftalardır üstesinden gelemediğim zor bir noktada takılıp kaldım... Prof. Coble, insanın bu konuları daima felsefi olarak ele alması gerektiğini ve matematiğin 'yavaş bir oyun' olduğunu söylerek bana teselli verse de, umutsuzluğa yakınım."[15] Cebirsel geometride topolojik yöntemleri kullanarak araştırmasını tamamlaması onun bir ayını daha aldı. Bu çalışması, onun Rus Yahudisi kökenini paylaştığı ünlü topolog Solomon Lefschetz ile tanışmasını sağladı.



Resim 2-2. Micheal Atiyah (ortadaki), İngiliz geometrici ve matematik fizikçisi, arkadaşlarıyla.

Yaratıcılık, ilginin sürekliliğini ve kişinin kendi etkin içsel yaşantısının yoğun farkındalığını gerektirir. Rutin aktiviteler, araştırmacının çalışmasına derin bir şekilde dalmasında temel olarak işe yarayabilir. (Lübnan ve İskoç kökenli) İngiliz matematikçi Michael Atiyah kendi problem çözme yollarının bazılarından bahsediyor:

> Bence eğer etkin olarak matematik araştırması üzerine çalışıyorsan, matematik daima seninledir. Problemler hakkında düşündüğünde, onlar daima oradadır. Kahvaltı yaparken bile, problemlerim hakkında düşünmeye devam ederim. Araba sürerken, problemlerin hakkında düşünürüm. Hepsi farklı odaklanma düzeylerinde... Bazen sabahları oturur ve bir şey üzerine çok sıkı bir şekilde odaklanırsın. Bu tür aşırı odaklanmayı uzun sürdürmek çok zordur ve her zaman çok başarılı olmazsın. Bazen dikkatli düşünceyle probleminin üstesinden gelirsin. Fakat gerçekten ilginç düşünceler, bir ilham anında gelirler aklına. Bunlar doğaları gereği daha gelişigüzeldirler; sıradan bir konuşma sırasında ortaya çıkabi-

lirler. Biriyle konuşuyorsundur, o bir şey söyler ve sen şöyle düşünürsün: "Aman Tanrım, evet, benim ihtiyacım olan şey bu... Geçen hafta boyunca düşündüğüm şeyi açıklığa kavuşturuyor." Sonra iki şeyi bir araya getirirsin, onları kaynaştırırsın ve ortaya bir şey çıkar.[16]

En faydalı anında matematik estetik keyif, açık ve derin düşünmenin tatminini ve keşfetmenin duygusal değişimlerini sunar.

Matematiksel düşünme hakkındaki bir efsaneye göre, düşünme şekillerinin hepsi bir şekilde aynıdır. "Matematiğe eğilimli ol ya da olma." Ama birden fazla sayıda matematiksel yetenek ve düşünme şekli vardır. Akademik ve profesyonel başarının basit tahminlerini isteyenler için, IQ testi gibi testler çekici olabilir; ama yeteneğin gelişimi ve uygulanması epeyce karmaşıktır. Bazı bireyler, çok erken yaşta ilgi ve yeteneklerini ortaya koyarlar. Bir çocuk olarak, dedesinin hızlı bir şekilde karmaşık matematik işlemleri yapabilme yeteneği John von Neumann'ın ilgisini çekmiştir (daha sonra von Neumann bu yeteneğiyle ünlenmiştir). Aritmetiği severdi, klasik ve modern dillerde iyiydi ve sıradışı bir hafızaya sahipti.[17]

Tersine, günümüzde geometri ve görelilik teorisinde önemli bir lider olan Roger Penrose, çocukken geometriyi severdi ama aritmetikte yavaştı. Hatta ilkokuldayken bir yıl sınıfta kalmıştı. "Toplamak, çarpmak ve çeşitli şeyler yapmak zorundaydın; ama ben bunların arasında kaybolurdum – Her zaman ortalarda kaybolurdum. Çok yavaştım, bu şeyleri yapabiliyordum ama uzun zamanda ve düşünerek. Sanırım insanlar bu tip şeyleri otomatik olarak yapmaya eğilimliydiler; ama ben her defasında anlamak zorundaydım. Büyük olasılıkla uzun vadede bu benim için bir avantajdı; ama o zamanlar bir dezavantajdı."[18] Bu iki matematikçi, Mozart ve Beethoven arasındakine benzer bir zıtlık oluşturuyorlar. Genç Mozart'ın müthiş pratikliği, akıcılığı ve üretkenliği von Neumann'a benziyor. Penrose daha çok, uzun bir zaman sıkı

bir şekilde çalışarak müziğini üreten çalışkan Beethoven'ı andırıyor.

Birinci bölümde, genç matematikçilerin ilk olarak ne şekillerde sayılarla ve motiflerle büyülendiklerini gördük. Von Neumann gibi bazıları, iyice odaklanmış dâhilerdi. Başka bir örnek de çok küçük yaşta sayılardan keyif alan, son Fields Madalyası'nın sahibi Terence Tao'ydu. Terence, matematiği ve fen derslerini çok hızlı öğrenirdi; ama deneme yazmaktan hoşlanmazdı. "Bunu hiçbir zaman anlayamadım." Şöyle diyor: "Bunlar çok belirsiz ve tanımsız sorular. Ben her zaman ne yapacağını söyleyen çok açık kuralların olduğu durumları sevdim." Evde neler olduğunu anlatan bir hikâye yazması istendiğinde, Terence evde oda oda dolaşıp evdeki eşyaların bir listesini yaptı.[19]

Fakat geleceğin diğer matematikçileri müzik ve şiir gibi farklı ilgi alanlarına da sahiplerdi. Davis ve Hersh 'analitik' ve 'analog' süreçlere bağlılıklarında nasıl farklı olduklarından bahsederler. Davis için sembolik ve sözel süreçler önemli bir rol oynarlar; Hersh için geometrik ve görsel yaklaşımlar daha önemlidir. Davis 'karmaşık değişkenli fonksiyonlar teorisi' üzerine olan bir problem için dikkate değer bir zaman harcadığını hatırlıyor.[20] Problem, geometrik ya da analitik bakış açılarından ya da ikisinin karışımı bir yaklaşımla çözülebilirdi. Davis problem üzerine çalıştıkça fark etti ki, belirli bir melodiyle birlikte aklına ders kitaplarındaki küreler, haritalar ve yüzeyler geliyordu:

> Aşağı yukarı, kısaltılmış bir forma soktuğum çok sayıda materyalle çalışıyordum. Daha sonra bir şey çıktı ve birkaç yıl boyunca beni bu materyalin peşinden gitmekten alıkoydu. Bu arada, ona neredeyse hiç bakmadım. Bu zamanın sonunda, zaman yeniden uygun oldu ve bu materyale bakmaya ve ondan bir kitap için ne çıkarabileceğimi anlamaya karar verdim. Başlangıçta oldukça sıkıcıydı. Bunu yıkmak birkaç haftalık çalışma ve incelemeyi gerekti. O zamandan sonra şanş eseri fark ettim ki orijinal matematiksel imgeler ve me-



Resim 2-3. Irving Kaplansky.

lodi olarak görünen şey geri dönmüştü ve ben de böylece görevi başarıyla tamamlayabildim.[21]

Bu alıntı, matematiksel problem çözümüne eşlik eden farklı düşünce yöntemlerini göstermekle kalmıyor, aynı zamanda bir tür bilişsel stenografi ortaya koyuyor. Davis'in kendi düşünce sürecini gözlemi, bizim içsel düşünce süreçleri anlayışımıza yeni bir boyut kazandırıyor.[22]

Bu nedenle, matematikçiler tek bir düşünce şekliyle sınırlı değillerdir. Sezgiye, mantığa, görsel ve sözel süreçlere, girişimlere ve tahminlere dayanırlar. Kendi uzmanlıklarının birçok yapay ürünü ve sembol sistemi tarafından desteklenirler.

Kuramsal matematiğin içinde, kuramcılar ve problem çözücüler olarak bir ayrım yapılmıştır. Matematik tarihinin büyük isimlerine –Newton, Euler, Gauss, Riemann, Cantor- bugün hâlâ dayanak noktası olan ve matematiğe kaynak yaratan teoriler ürettikleri için büyük saygı görmüştür. Diğer taraftan, bir matematikçi eğer ünlü bir problemi çözerse, büyük olasılıkla kendisi hâlâ hayattayken ansızın ün kazanır. Bu problem, uzun bir

dönem çözülemeden kalmış ya da birçok ünlü matematikçinin elinden kurtulmuş olmalıdır. Fakat en büyük matematikçilerin adı iki grubun içinde de geçer, onlar hem kuramcı hem de problem çözücülerdir.

İtalya doğumlu matematikçi ve filozof Gian-Carlo Rota (1932 -1999), keskin ve zekice şöyle yazdı:

> Bir problem çözücü için, matematikteki en büyük başarı, umutsuz olduğu düşünülerek vazgeçilmiş bir probleme çözüm bulmaktır. Çözümün acemice olması çok da fark etmez, önemli olan çözümün ilk ve kanıtın doğru olmasıdır. Problem çözücü çözümü bulur bulmaz ona olan ilgisini kalıcı olarak kaybeder, yeni ve basitleştirilmiş kanıtları sıkılarak dinlemeye tenezzül eder.
>
> Problem çözücü aslında bir muhafazakârdır. Ona göre matematik, üstesinden gelinmesi gereken bir dizi zorluktan ve problemden oluşan bir tür engelden meydana gelir. Matematiksel problemleri ifade etmek için gereken matematiksel kavramlar, sonsuz ve değişmez kabul edilirler.
>
> ... Problem çözücü, filizlenmekte olan genç matematikçiler için bir rol modelidir. Topluma matematiğin zaferlerinden bahsettiğimizde, bizim parlak kahramanlarımız problem çözücülerdir.
>
> Bir kuramcı için, matematikteki en yüksek başarı, kavranamayan bazı fenomenlere ışık tutan bir teoridir. Matematikte başarı problemlerin çözümünde değil, onların değersizleştirilmesinde yatar. İhtişam anı, eski problemlerin hiçbirini çözmeyen ama onları konu dışı kılan yeni bir teorinin keşfiyle gelir.
>
> Kuramcı aslında bir devrimcidir. Geçmişten gelen matematiksel kavramlar, gelecekte daha genel olanları keşfedilecek kavramların kusurlu birer örneğidirler... Kuramcılar, matematik topluluğu tarafından tanınmama sorunu yaşarlar. Onların tesellisi kesinliktir, tarih tarafından doğrulanabilir

ya da doğrulanmaz; ama onların teorileri günün problemleri unutulduktan çok sonra da hayatta kalacaktır.[23]

Böylece matematikçileri kuramcılara karşı problem çözücüler ya da cebirsel yöntemleri geometrik yöntemlere tercih edenler olarak gruplandırabiliriz. Bazı matematikçiler daha titizdir, bazıları daha sezgisel. Fakat bu kategorilerin hiçbiri sabit değildir. Arada yer alan, bazen bir şekilde bazen diğer şekilde çalışan araştırmacılar da vardır. Bu çeşitli stilleri göz önüne alarak, matematiksel tecrübeye katkıda bulunan çok çeşitli düşünme şekillerini tanıyor ve değer veriyoruz.

Homojenlik efsanesine karşı olarak, bu alanı çeşitli yetenek ve pratiklere sahip grup ve bireylere açıyoruz. Bunun hem duygusal hem de eğitsel yararları var. Bu anlayış, alanın çeşitli bilişsel stillere sahip potansiyal adaylarını destekler. Bunun dışında, genç öğrencilerin çeşitli problem çözme stratejileri ile deneyler yapmalarının cesaretlendirildiği sınıflardaki yenilikçi pratiklerin de altını çizer.

Matematiksel Güzellik

Birçok matematikçi, keşfin ve kanıtın estetik bileşeninin bu alandaki araştırmacılar ve uygulayıcılar için bir mutluluk kaynağı olduğuna katılacaktır. 1885'te İngiliz Bilimsel Gelişme Derneği'nde konuşan Arthur Cayle şöyle diyor: "Modern matematiğin geniş kapsamına dair fikir yürütmek zordur. Güzel detaylarla dolu kapsamdan bahsediyorum – amaçsız bir ova gibi sadece tekdüzelikten değil, uzaktan bakıldığında ilk olarak göze çarpan güzel kırsaldan bahsediyorum. Ama bu, her yamacın, vadinin, kayanın, odunun ve çiçeğin detaylıca incelenmesini gerektirir."[24] Kaos teorisine katkıda bulunan Fransız David Ruelle şöyle yazıyor: "Matematiğin güzelliği, konunun taşıdığı katı mantıksal çerçeveyle bir arada var olan gizli basitliğin ve karmaşıklığın ortaya çıkarılmasında yatar."[25] Çarpıcı bir algısal tanımlama yapıyor: "Bu yüzden, matematiğin sonsuz labirenti insan yapısının ve mantıksal gerekliliğin ikili karakterine sa-

hiptir ve bu tuhaf bir güzelliğe sahip bir labirenttir. Bu, matematiğin içsel yapısını yansıtıyor ve bildiğimiz tek şey bu içsel yapı. Fakat bu labirenti sadece uzunca araştırdıktan sonra onun güzelliğini takdir edebiliriz, sadece uzun bir çalışmadan sonra matematik teorilerinin incelikli ve güçlü estetik çekiciliğinin tadını tam olarak alabiliriz."[26]

İngiliz matematikçi G. H. Hardy (1877-1947), ünlü denemesinde güzel matematik için gerekli üç tane kriterden bahsediyor. Ona göre, güzel matematik ciddi, derin ve şaşırtıcı olmalıdır. *Ciddi*, diyor, satranç problemlerinin tersine, onlar da bir tür matematik problemidirler ama ciddi matematik değildirler. *Derin* –örneğin, Öklid'in kanıtladığı, sonsuz sayıda asal sayının varlığı derin değildir; ama tersine tüm tamsayılar arasında asal sayıların oranını veren asal sayı teoremi derindir. Ve son olarak şaşırtıcı – bu derin ve ciddi tanımlarına göre açıkça çok daha özneldir. Okuyucunun neye şaşıracağı ne bildiğine bağlıdır.

Bu alandan olmayan insanlara matematikte güzelliğin ne demek olduğunu açıklamak için Hardy, Öklid'den iki örnek veriyor: "Hiçbir kesirli sayının karesi 2'ye eşit değildir" ve "Herhangi bir sonlu asal sayılar kümesi ele alındığında, her zaman bu kümeye dâhil olmayan daha büyük bir asal sayı bulmak mümkündür." Veya kısaca, "2'nin karekökü irrasyonel bir sayıdır" ve "Sonsuz sayıda asal sayı vardır."[27]

Gian-Carlo Rota da matematiksel güzelliği açıklamaya çalışmıştır. Hardy'nin tersine, o 'şaşırtıcılığın', 'güzellik' için gerekli olduğunu düşünmüyordu. Birçok örneği sıraladıktan sonra; güzelliğin 'aydınlanma' olduğunda karar kıldı. Bir aydınlama hissinin, birinin 'Güzel!' diye haykırmasına sebep olabileceğine biz de katılıyoruz. Fakat Rota 'aydınlanmanın' ne demek olduğunu açıklamaya çok da çalışmamıştır. Hayret, derinlik, basitlik, açıklık ve duruluk gibi tüm faktörler matematiksel estetik tecrübesine katkıda bulunurlar.

Harvard matematik fakültesinin ilk üyelerinden George David Birkhoff (1884-1944), bir matematiksel estetik teorisi ya-

yımlamıştır. Çok az sayıda insan onun felsefeye katkısını ciddi olarak ele almış olsa da, Birkhoff estetik hazzın temelinin ne olduğu üzerine dikkatli bir şekilde düşünmeye girişmiştir. E=M/C diye bir formül öne sürmüştür. Burda E, estetik hazdı; bu değer M, sanatsal nesnenin zenginliği ve kapsayıcılığıyla doğru orantılı; C, araçların karmaşıklığıyla ters orantılıydı. Bu cebirsel formül çok kullanıma sahip olmasa bile, içindeki M ve 1/C gibi iki faktör bazı yazarlar tarafından 'bütünleşme' ve 'basitlik' olarak tanımlanmıştır. Bu ilişki hakkında düşünmenin bir diğer şekli, bütünlüğü bir basitlik şekli olarak algılamaktır.

Matematiksel estetikle diğer alanlardaki estetiği ilişkilendirmek faydalı olacaktır. Tabii ki matematiğin geometrik ve görsel tarafları görsel sanatlarla sıkı bir şekilde bağlantılıdır. Sanatçılar bunları perspektif çizimde, boyamada ve görsel kaynaklar olarak kullanabilirler. Drama ve tiyatro, matematiksel sunumları eleştirebileceğimiz faydalı bakış açıları sunarlar. Bir kolokyumdaki ya da seminerdeki etkileyici bir konuşmacı, tabii ki teatral ve dramatik araçları, sunumunu daha etkileyici kılmak için kullanacaktır. Kuramsal matematik ve müzik arasındaki analoji daha doğaldır. Her ikisi de herhangi bir sözel doğrulama ya da genişletmeye ihtiyaç duymadan kendileri adına var olan motiflerle bize ulaşırlar.

Bir hikâyeyi ya da besteyi eleştirirken kullandığımız ölçütler, bir matematik eserini eleştirirken kullanılabilir mi? Tutarlılık; bütünlük; başlangıçta ilginin uyandırılması; sonda tatmin edici bir tamamlanmışlık hissi; başta, ortada ve sonda yinelenen temaların ve motiflerin varlığı; bir bölümden diğerine mantıklı ve anlaşılır bir bağlantının varlığı- tüm bu özelliklerin varlığı ya da yokluğu estetik bir değerlendirme yapmamıza yardım edebilir. Aynı özellikler bir matematik konuşmasında, makalesinde ya da kitabında aranabilir. Bu matematiğin sunumunun estetik bir değerlendirmesine yol açar. Diğer taraftan, matematiksel *içeriği* değerlendirmek farklı bir meseledir. Sunumu içerikten ayırmak kolay olmayabilir. Aynı sonuca ulaşan iki farklı kanıt ele alındı-

ğında, bir matematikçi onları sunumlarındaki farklılığa rağmen matematiksel olarak denk görebilir; fakat başka biri onlar arasındaki farklılığın matematiksel olarak önemli olduğunu söyleyebilir.

Matematiksel içeriğin kendisini estetik açılardan nasıl değerlendirmek gerektiği sorusu öylece kalır. Bize göre, matematiksel içeriğin güzelliğini belirleyen üç öğe şöyledir: basitlik, somut özgüllük ve farklı öğelerin beklenmedik ve şaşırtıcı bütünlüğü ya da bağlantısı. Bourbaki stili nihayetinde tatmin edici değildir; çünkü o somutluk ve bağlantılılık pahasına basitliği getirir.

Sürekli alıntılanan cümlesinde Hardy şöyle ifade ediyor: "Matematikçinin motifleri, bir ressamınki ya da şairinki gibi güzel olmalıdır; fikirler renkler ya da kelimeler gibi ahenk içinde birbirlerine uymalılardır. Güzellik ilk sınavdır; çirkin matematiğin dünyada kalıcı bir yeri yoktur."[28] Bu kolayca çürütülebilir. Hardy hatalıydı! Hiç kimsenin güzel bulmadığı bazı kalıcı matematik bölümleri bulmak zor değildir. Rota'nın makalesi örnekler içeriyor. Başlangıç düzeyinde, 'ikinci dereceden formül"den bahsedebiliriz,

$$x = [-b \text{ (+ veya } -) \sqrt{b^2 - 4ac}\,]/\,2a,$$

formülü şu genel ikinci dereceden denklemi çözmek için kullanılır:

$$ax^2 + bx + c = 0.$$

Bu matematiğin en çok ezberlenen formüllerinden biridir ve güzel değildir!

Gerçek şu ki, bir problemi çözmeye çalışan matematikçi, sonucun güzel olmasını çok da kafasına takmaz. Estetik karar başta gelir, kişi çözecek bir problem ya da çalışacak bir alan seçerken. Evet, bu aşamada güzellik çekici, çirkinlik iticidir. Ama savaşa bir kez atıldıktan sonra, işe yarayan her şey mubahtır. Daha sonra, kanıt bulunduğunda ve sonuç bilindiğinde, kişi ge-

riye bakar; kanıtı düzeltmeye ve güzelleştirmeye çalışır. Belki başka matematikçiler de aynı problemi seçerler ve onun çözümü için daha farklı ve çekici bir yaklaşım ararlar. Fakat önemli bir matematiksel sonucun güzel bir hamleye dönüşeceğinin garantisi yoktur.

Güzel olmayan kanıtın örneği, bilgisayar kanıtıdır. Bu dört-renk teoremiyle başladı ve o zamandan beri birkaç başka örneği de gösterildi. Matematikçiler elle yapamadıklarını bazen makinelerin yapabileceğini keşfettiler. 1976'da Kenneth Appel, Wolfgang Haken ve John Koch dört-renk teoreminin bilgisayarla bulunmuş kanıtını yayımladıklarında, Tom Tymoczko ve diğer bazıları bunun matematiksel kanıtın doğası hakkında bir soru doğurduğunu düşündüler. Fakat bugün öyle görünüyor ki genellikle matematikçiler iyi doğrulanmış, değişmez ve güçlü bilgisayar kanıtını gerçek kanıt olarak kabul ediyorlar. Demek ki onlar dört-renk teoremi gibi bir teoremin doğruluğunu bilgisayarın tanıklığı temelinde kabul ediyorlar. (Dört-renk teoremi, haritadaki bitişik iki ülkenin aynı renge sahip olmayacağı şekilde dört farklı renkle, tüm ülkelerin renklendirilebileceğini öne sürer.) Ama yine de ciddi bir itiraz vardır: "Evet, bilgisayarla bunu kanıtladın, ama ben bunu sevmedim!" Bilgisayar kanıtları, hoş karşılanmayan son çare, işi yapan çirkin şeyler olarak görülürler. Bizim istediğimiz çirkin değil, güzel bir şeydir. Diğer taraftan, bazı matematikçiler bilgisayar kanıtları bulma ve geliştirme işini entelektüel açıdan çekici bulurlar. Onlar, düzenli bir bilgisayar koduna baktıklarında "Ne güzel!" diye düşünürler.

Johann Lambert'in Öklid-dışı geometriyi neredeyse keşfi, mantığın görünürdeki istekleriyle çatışma halindeki estetik algının güzel bir örneğidir. Lambert (1728-1777), Öklid-dışı geometriyi doğuran 'paraleller problemiyle' ilgilenen Gauss, Nikolai Lobachevsky (1792-1856) ve János Bolyai (1802-1860)'ın habercisiydi. O, Euler'in genç bir çağdaşıydı ve zamanının önde gelen Alman matematikçilerindendi. Öklid-dışı geometriyi çelişkili bularak hatalı bir şekilde reddetse de, böyle bir geometri-

nin sahip olabileceği güzel özelliklerden güçlü bir şekilde etkilendi. "Bu sonuç hakkında insana üçüncü hipotezin doğru olmasını isteten nefis bir şey var; ama tüm bunlar geometride ve bilimde asla yeri olmaması gereken aşk ve nefret tarafından belirlenen argümanlar."

Bu itiraf, matematik yaşamının duygusal tarafının etkileyici bir açığa vurumu. Lambert'in "aşkın ve nefretin geometride yeri yoktur" görüşüne katılmıyoruz. Matematikte aşkın ve nefretin varlığı kaçınılmazdır – nefretten çok aşkın. Bu tür duygular özellikle matematiksel keşifte ve matematiksel estetikte belirgindir. Fakat, tabii ki, Lambert tutarlılığı matemiksel kavramın sonsöz sahibi olarak kabul etmekte haklıydı.

Matematik Kültürünün Toplumsal Yanları

Dışarıdan bakan birinin görüşüne göre, matematikçiler yalnız düşünürlerdir. Matematikçiler arasındaki işbirliği, çoğu tarafından anlaşılmaz ya da bilinmez. Fakat onları yakından tanıdığınızda fark edersiniz ki bu soyut düşünürler çalışmalarında birçok şey paylaşırlar ve ortak bir matematik tarihine sahiptirler.

Genç matematikçiler, çıraklık aracılığıyla problemler ve teoremler üzerinde çalışma yeteneklerini geliştirirler. Lisans sonrası eğitimin önemli bir parçası, işbaşındaki daha olgun bir matematikçiyi yakından izlemeyi içerir. Macaristan doğumlu Paul Halmos (1916-2006), Illinois Üniversitesi'nde birlikte çalıştığı danışman hocası Joseph Doob hakkında şöyle yazıyor: "O bir öğretmenin kesinlikle sahip olması gereken özelliğe sahipti: Öğrencinin görmediği şeyin ne olduğunu görebiliyordu."[29]

Yaşıtlarla konuşmalar da zihinsel matematik alışkanlıklarına büyük katkı sağlar. Halmos, arkadaşı Allen Shields ile yakın ilişkisinden bahsediyor:

> Şimdiye kadar katıldığım en iyi seminer Allen Shields'le benden oluşuyordu. Haftada bir öğleden sonra, yaklaşık iki saat

görüşürdük. Bu görüşmelere hazırlanmazdık ve kesinlikle birbirimize ders vermezdik. Benzer şeylerden hoşlanırdık, iyi geçinirdik, her ikimiz de düşüncelerimizi açıklamayı severdik ve diğerini sempatik ve entelektüel bir dinleyici olarak görürdük. Hafta boyunca duyduğumuz basit bilmecelerden, sınıfta sorulan çılgın sorulardan, aklımıza gelen acemice problemlerden, geçen haftanın problemleri için bulduğumuz belirsiz çözümlerden, başka seminerlerde duyduğumuz aydınlatıcı problemlerden bahsederdik – heyecanla bağırır ya da şaşkınlıkla kara tahtaya bakardık. Bu seminerlerin sürdüğü yıl boyunca birbirimizden çok şey öğrendik ve ikimiz de bundan keyif aldık.[30]

En dikkatlice belgelenmiş matematik keşiflerinden biri, Andrew Wiles'in çalışmalarıdır. Wiles, Fermat'ın Son Teoremi'nin kanıtlamak için, yedi uzun yılını evinin çatı katında çalışmaya adamıştır. Kendinden önce gelenlerin birçoğunun çalışmalarından faydalanmıştır; ama kendi ivmesini korumuştur. Zirveye yaklaştıkça Andrew, iletişim ihtiyacı duymuştur. İş arkadaşı Nick Katz'ı muhatap almıştır. Haziran 1993'te Wiles kanıtını Cambridge, İngiltere'de bir konferansta sundu. Kanıtın bildirisi, uluslararası matematik topluluğunu elektrik gibi çarpmıştı. Konferansın uzun yorum kısmında bulunan bir açık, Wiles'ı tekrar işe dönmeye zorlamıştı. Wiles tam bir inzivaya çekilmeye karar verdi. "Aylar geçtikçe, Dr. Wiles yardıma ihtiyacı olduğuna karar verdi. Kendini yanlış yönlendirmekten korkuyordu. Onlarca yılını açığı kapatmak için asla işe yaramayacak yöntemleri deneyerek geçirmek... 'Problemlerde takılır kalırsın. Psikolojik tehlikeleri biliyordum... Her zaman konuşabileceğim birine ihtiyacım vardı. Güvenebileceğim birini istedim.' Cambridge Üniversitesi'ndeki eski öğrencisi Richard Taylor'ı seçti"[31] Bereket versin ki Taylor, ücretli bir izine hazırdı ve Princeton'da Wiles'a eşlik edebildi. On yaşından itibaren tüm hayatını adadığı problemi kendi başına çözmekte direnen bir adamın bile önemli bir aşamada bir iş arkadaşına gerek duyması ilginçti. Daha sonra,



Resim 2-4. Fermat'ın Son Teoremi'ni kanıtlayan Andrew Wiles.

bilimsel partnerinin yeni bakış açısı ve enerjisiyle, Wiles matematiğin en eski problemlerinden birini başarıyla çözebildi.

Sekiz yıllık çileli hayatı boyunca Wiles, 20. yüzyıl sayı teorisindeki tüm önemli buluşları bir araya getirebildi ve çok güçlü bir kanıtta birleştirebildi. Wiles, tamamen yeni matematik teknikleri yarattı ve onları asla akla gelmeyecek şekillerde geleneksel yöntemlerle birleştirdi. Böylece diğer problemlerin çözümüne yeni kapılar açtı.[32]

Hikâye Sevgisi

Matematiğin diğer bir sosyal özelliği, matematikçilerin iş arkadaşlarıyla bir araya geldiklerinde büyük bir hazla bahsettikleri kişisel başarı hikâyeleri ve matematikçilerin tuhaflıklarıdır. Ço-

ğunlukla bu hikâyeler, matematikçilerin aralıksız ve yoğun araştırmalara dalmalarıyla ilgilidir.

Isaac Newton (1643-1727) keşiflerini nasıl yaptığını anlatıyor: "Konuyu sürekli önümde tutarım ve ilk şafak ışıklarının yavaş yavaş tam bir aydınlığa dönüşmesini beklerim."[33] Newton için, bir partiye ev sahipliği yapıyorken bile dikkatini matematikten uzaklaştırmak zordu. Arkadaşı William Stukeley'in dediğine göre, Newton arkadaşlarını ağırlıyorken, çalışma odasına bir şişe şarap almaya gider ve aklına bir fikir gelirse, oturur yazmaya başlar ve arkadaşlarını unuturdu.[34]

MIT'den Norbert Wiener (1894-1964), kendi düşüncelerinde kaybolan uç bir örnek olarak bilinirdi. Kampüste yürürken bir tanıdığa rastlar, bir süre sonra ona şöyle sorardı: "Karşılaştığımızda hangi yönde yürüyordum?" Adam yönü gösterir ve o zaman Wiener şöyle derdi: "Güzel, o zaman demek ki öğle yemeğimi yemişim."[35]

Dalgınlığa başka bir örnek, gerçeküstü sayıların ve 'Hayat' oyununun mucidi, Princeton Üniversitesi'nden John Horton Conway'dir. Conway'in ofisi inanılmaz derecede kaotiktir:

> Her yerde dağılmış kâğıtlar ve kitaplar vardı. Tüm yatay yüzeylere yapbozlar, oyunlar, tablolar, çeşitli tuhaf şeyler ve öteberi yığılmıştı. En son teoremini, bir dizi problemi ya da yeni varsayımları ele alamadığında, bir problem olduğunu fark etti. Kararsızlığıyla başa çıkacak ve düzensizliğe biraz düzen katacak bir fiziksel araç tasarlamaya girişti. Biraz emek ve zaman harcadıktan sonra, bir dizi plan ortaya koydu. Ofisinin köşesinde hâlihazırda boş ve kullanılmamış olarak duran böyle bir araç gördüğünde, dışarı çıkıp bir usta bulup düşüncesini odun ya da metal kullanarak yerine getirmek üzereydi; ama oradaki şey dolabı dolduruyordu![36]

Matematikçilerin sorumluluklarının derinliğini gözler önüne seren yüzlerce hikâye arasından birini seçmek zordur. Sıradaki



Resim 2-5. John Conway, İngiliz asıllı Amerikalı cebirci ve sayı teorisyeni, 1887'de bir arkadaşıyla.

bizim favorilerimizden birisi. Bu hikâye, Robert Lee Moore (1882-1974)'un ünlü öğrencisi R H Bing (1914-1986) hakkında. (R ve H baş harfler değiller, Bing'in tüm adı bu iki harften ve soyadından oluşurdu.)

> Bir gün R H Bing bir grup matematikçiyi arabayla bir konferansa götürüyordu. Her zaman olduğu gibi Bing, çözmeyi istediği topoloji hakkındaki belirli bir problem üzerine detaylı tartışmalara başladı. Diğer yolcular matematikle hemen hemen Bing kadar ilgililerdi; ama kötü hava, düşük görüş mesafesi ve çok fazla trafik olduğundan epeyce gergindiler. Bing tüm dikkatini yola verir gözükmüyordu. Daha da kötüsü, ön cam tamamen sisle kaplanmıştı ve yolu görmek neredeyse imkânsızdı. Bing ön cama uzanmaya başladığında, herkes rahatlayarak sessizce iç çekti. Herkes onun ön camı silip tüm dikkatini karanlık ve rüzgârlı yola vereceğini sanırken, Bing ön camdaki buğunun üzerine parmağıyla şekiller çizmeye başladı.[37]

Bu anlatılar, çeşitli ve dağınık bir topluluğu bir arada tutan bir 'sosyal yapıştırıcı' işlevi görür. İş arkadaşlarının zaaflarını ka-



Resim 2-6. R H Bing ve Mary Bing.

bullenerek matematikçiler, soyut bir dünyada yaşamanın karmaşıklığıyla uzlaşmaya giderler.

Tarihin büyük çoğunluğunda matematik dünyası, daha geniş kültürel çevreden kopuk olmuştur; ama son zamanlarda matematikçilerin hayatları insanların ilgisini çekmeye başlamıştır. John Nash hakkında *Akıl Oyunları* gibi başarılı bir kitap ve film; *Kanıt* adlı başarılı bir Broadway oyunu ve *New Yorker* gibi dergilerde matematikçiler hakkında yazılmış makaleler var. Bu biyografik ve kurgusal temsiller, matematik hayatının yoğunluğuna ve böyle bir adanmanın sonuçlarına odaklanırlar. Bu hikâyelerdeki diğer temalar, matematiksel keşifteki rekabet ve başarının aşırılıklarıdır. *Kanıt*'taki ana karakterler emekli bir Şikago Üniversitesi matematik profesörü ve onun kızıdır. Hayatının son dönemlerinde profesör matematiksel araştırmaları hakkında defterler tutmuştur ve hiç kimse onların içeriğini bilmez. Bu defterlerin sahibi olmak için verilen mücadedeler ve yazarın gerçek kimliği oyunun önemli bölümünü oluşturur ve oyun mülkiyet, cinsiyet ve ün konularına değinir.

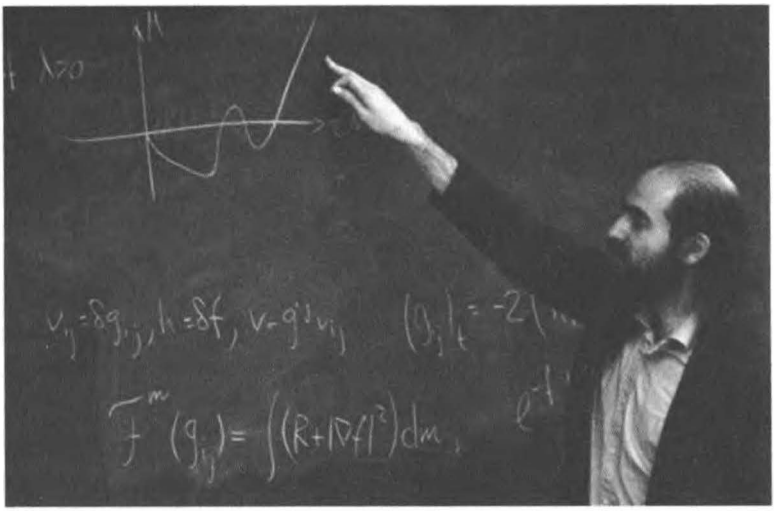
Gerilimler ve Çözümleri

Çoğunlukla matematikçiler problem çözmeye odaklanan diğer matematikçilere destek olurlar. Kurallar, bir problem çözüldüğünde karar vermeye hizmet ederler ve matematikte arkeoloji ya da dil bilimlerinde olduğu kadar saygınlık savaşımı söz konusu değildir. Wiles'in Fermat'ın Son Teoremi'ni kanıtlamadaki başarısının kutlamaları yaygın ve neşeliydi; bu matematikçiler arasındaki olağan karşılıklı desteğin bir örneğidir.

Ama bu arkadaşlığın bazı istisnaları da vardır. Ödüller, akademi politikları, ün ve görünürlüğün değeri bu disiplini kaçınılmaz bir şekilde etkiler. Üç dramatik örnekten bahsedeceğiz. İlki, Grigori Perelman'ın Poincaré varsayımını (bu varsayım şunu öne sürer: belirli bir basit koşul altında, herhangi bir 3-boyutlu kopya -manifold, sürekli olarak bir küre oluşturmaya doğru deforme olur) sansasyonel bir şekilde kanıtlaması ve büyük Çinli geometrici Shing-Tung Yau ve onun iki öğrencisinin olaya dâhil olmaları hakkında. Daha sonra, doğanın her yerde rastlanan bir özelliği olarak kaosun tanınmasının karmaşık hikâyesi var. Ve son olarak, Berkeley'deki Kaliforniya Üniversitesi matematik bölümünde, Amerikalı matematikçi Jenny Harrison'un görevden alınmasının ve göreve tekrar getirilmesinin tartışmalı hikâyesini aktarıyoruz.

Poincaré, varsayımını ilk olarak 1904'te ortaya koydu. Bu varsayım 5. ve daha büyük boyutlar için Steven Smale; 4. boyut için Michael Freedman tarafından kanıtlandı. Şaşırtıcı bir şekilde, 3. boyut için bir çözüm bulmak daha büyük boyutlar için bulmaktan çok daha zordu.

Çoğu önemli matematik probleminde olduğu gibi, gelişme birikimle sağlanır. Şimdi Cornell'de çalışan William Thurston, 'geometrikleştirme varsayımı' olarak bilinen 3 boyutlu Poincaré varsayımını formüle etti. Kolombiya Üniversitesi'nden Richard Hamilton, 'Ricci akışı' methodunu ortaya koyarak manifoldlar geometrisine önemli katkılarda bulundu. 1990'ların başlarında



Resim 2-7. Poincaré varsayımını kanıtlayan Grisha Perelman.

Berkeley'de bir sunum yaptıktan sonra, Birleşik Devletlerde birkaç yılını geçirmekte olan utangaç Rus Grigory Perelman Hamilton'a yaklaştı. İlk karşılaşmalarında, Perelman sadece sorular soruyordu. Daha sonra Perelman, Hamilton'un çalışmasına bazı katkılar yaptı. Hamilton bu katkıların önemini hemen anlayamadı. Perelman hâlâ Birleşik Devletlerdeyken problemin özellikle zor bir kısmında önemli gelişmeler kaydetti. Ünü yaygınlaştıkça Birleşik Devletlerde birkaç iş teklifi aldı. Hamilton'la birlikte çalışmaktan zevk duyacak olmasına rağmen, teklifleri geri çevrildi. St. Petersburg'a dönmeye karar verdi. İnterneti kullanarak, tek başına çalışıp bilgi havuzuna önemli şeyler ekledi.[38]

Hamilton, ünlü geometrici Shing-Tung Yau'yi önemli bir şekilde etkiledi. Yau'nun kariyer başarıları bir Fields Madalyası'nı, Harvard ve İleri Çalışmalar Enstitüsü'ndeki görevlerini, anavatanı Çin'de bir fahri profesörlüğü içerir. Yau ve Perelman'ın tanınmışlık ve kamusal beğeniyle başa çıkma şekilleri oldukça farklıydı. 'Grisha' Perelman, annesiyle çok basit bir hayat yaşardı ve matematikle bağlantısı internet aracılığıylaydı. Kendi ülke-

sinde ve yurtdışında çalışmaları büyük ilgi gördükten sonra, son birkaç yılını bir keşiş gibi toplumdan uzakta geçirdi. Tersine Yau enerjisi, azmi ve hırsı halkça genişçe bilinen bir figürdü. Yau Hong Kong'da büyüdü, doktorasını Berkeley'de aldı, Calabi varsayımını kanıtlamasıyla ünlendi ve Harvard'daki görev süresi boyunca birçok genç matematikçiyi yetiştirdi. Bunun dışında, Çin'in son zamanlardaki bilimsel araştırma ve eğitimi güçlendirme çabalarında önemli bir rol oynadı.

Kasım 2002'de Perelman, Yau'ya kendi sonuçlarını açıklayan bir e-posta gönderdi ama karşılık alamadı. Daha sonra Perelman, Poincaré varsayımı için olan kanıtlarını "arXiv.org" adlı web sitesinde yayınladı. Hamilton'un yaklaşımdaki engellerin üstesinden gelebilen yöntemler ortaya koydu. Çok sayıda matematikçi bundan etkilendi ve problemin çözüldüğünü umut etti. Perelman bu yeni sonuçları hakkında Birleşik Devletlerde sunumlar yaptı. Doğu Yakası'nda seyahat ederken, Hamilton'la yeni sonuçlarını konuşmaya istekliydi; ama bunda başarılı olamadı. *Science*'daki makalesinde Yau, Perelman'ın kanıtlarının bazı kısımlarının üstünkörü olduğuna işaret etti; ama Gang Tian'ın takımı ve John Morgan gibi diğerleri, onun çalışmasını kontrol ettiler ve çalışmayı kabul edilebilir buldular. Çalışması doğrulanır doğrulanmaz, Perelman'a Fields Madalyası teklif edildi.

Yau iki genç iş arkadaşı Huai-Dong Cau ve Xi-Ping Zhu'yu kendi genişletilmiş kanıtlarını, baş editörlüğüni yaptığı *Asya Matematik Dergisi*'nde yayımlamaları için cesaretlendirdi. Bu yayın alışılmamış bir şekilde aceleciydi ve görünüşe göre Çin'in ihtişamının derecesini yansıtması için zamanlanmıştı. Pek rastlanmayan bir hareketle Perelman, Fields Madalyası'nı geri çevirdi. Perelman şöyle dedi: "Herkes kanıt doğruysa başka bir onaylamanın gerekli olmadığını anladı."[39] Perelman'ın bu kararı almasında onun çalışmalarının itibarı üzerindeki tartışmalar ne kadar etkili olmuştur ya da matematikten uzaklaşması daimi midir, bilmek zor. Bu arada Yau, *New Yorker*'ı dava etmekle tehdit etmişti. Dergi, Perelman'la yaptığı geniş bir röportajı yayımlamıştı ve



Resim 2-8. İki geometrici: Berkeley'den Robin Hartshorne ve Çin'den Shing-Tung Yau.

dergide Yau'nun Perelman'ın boynundan Fields Madalyası'nı çekip aldığını gösteren bir karikatür vardı. Bunun üzerine birçok ünlü matematikçi Yau'nun avukatlarına, Yau'nun matematiğe bağlılığına ve başarılarına şahitlik eden mektuplar gönderdiler.

Bu anlaşmazlık, Teresa Amabile tarafından yaratıcılık literatürüne dâhil edilen 'içsel' ve 'dışsal' motivasyonlar arasındaki tuhaf ayrımı örnekler. 'İçsel motivasyon', bir insanın yaratıcı bir aktiviteden aldığı keyif ve tatmine işaret eder.[40] Bir matematikçi için bu, diğer matematikçilerin onun çalışmalarını doğru, ilginç ve önemli bulduklarında aldığı keyif ve tatmini kapsar. Perelman'ın yukarıdaki yorumu içsel motivasyonun güzel bir örneğidir; onun için ödül, problemi çözmenin başarısıdır.

Diğer taraftan, 'dışsal' bir onaylanma da motivasyon olabilir – terfiler, zamlar, ödüller, güç ve daha geniş bir toplulukta saygınlık. Poincaré varsayımı için, Clay Vakfı'nın verdiği aslında bir milyon dolarlık bir ödül vardı. Bu dışsal motivasyonlar destekleyici midir yoksa yaratıcılığa müdahale mi ederler? Bazı araştırmacılar, bu tip ödüllerin yaratıcı bireylerin yoğunlaşma düzeylerini arttırarak görev-odaklı motivasyona katkıda bulun-

duğunu iddia ederler.[41] Fakat Amabile'nin özgün çalışması bunun tersini söylüyor – dıştan gelen ödüller kişinin dikkatini yaratıcı görevin kendisiyle bu dışsal amaçlar arasında bölebilir. Son zamanlarda, Amabile bu iki tip motivasyonun interaktif bir etkisinin olabileceğini öne sürmüştür. Bu ikinci model Yau'nun durumuna uyuyor. Onun zor matematik problemlerine uzun ve derin ilgisi, içsel motivasyon tarafından harekete geçirilmiştir. Aynı zamanda, Perelman'ın tersine Yau kamusal başarı ve etkiye gerek duymuş, çeşitli ödüllerinden büyük bir gururla bahsetmiştir.

Bu iki adamdan hangisi matematik kültürünü yansıtır? Matematikçilerin içe dönük ve alışılmadık bireyler olarak görüldükleri halkın algısına, Perelman uyar. Fakat bu disiplinin giderek sosyal hayatın bir parçası olmasıyla, matematiğin işlevselliği üzerine olan geniş kapsamlı tartışmalarla, politik tartışmalarla ve sinemadaki tasvirleriyle ikinci tip kültüre, akademideki ve toplumun diğer kısımlarındaki politik ilişkileriyle Yau uyar. Bu hikâye, bir kültür içindeki benzerlikler ve farklılıklar konusunu açar. Başarılı bir matematikçi olmak odaklanmış bir enerji, problem çözme yeteneği, süreklilik, yaratıcılık ve mantığın etkili kullanımını gerektirir. Matematiksel problemlerin güzelliği ve açıklığı için duydukları heves, büyük keşiflerden ve ortak tarihlerinin farklı yönlerinden bahsetmekten keyif alan matematikçileri birleştirir. Aynı zamanda, mizaçtaki farklılıklar ve toplumun beğenisi için duyulan tutku, doğal olarak birbirine bağlı olan topluluk içinde kırılmalara sebep olabilir. Matematikte içsel ve dışsal ödüllerle ilgilenmenin farklı derecelerinden oluşan bir bütün vardır; Yau ve Perelman bu bütündeki iki farklı pozisyonu işgal ederler.

Matematik deneysel bir bilim olmadığından, bir kanıtın kabülüne karar veren prosedürler bu disiplin için çok önemlidir. Yeni bir bulgu çoğunlukla bir dergiye gönderilir. Daha sonra derginin editörleri onu 'bilirkişilere' iletir – bu uzmanlar bulgunun dikkatli bir incelemeden sonra hâlâ geçerli olup olmadığına karar verirler. Beklenmedik ya da çok karmaşık sonuçlarla kar-

şılaşıldığında, doğrulama süreci tartışmalı olabilir. Yukarıda bahsettiğimiz Perelman – Yau anlaşmazlığı buna bir örnektir.

Bazen bir matematikçi çarpıcı bir keşfin yayımlanmasından vazgeçebilir. Carl Friedrich Gauss (1777-1885), Öklid'in paralel önermesi üzerinde çalışırken böyle bir seçim yaptı. Gauss Öklid'inkinden tamamen farklı bir geometri keşfetmişti. Bu daha sonra bağımsız bir şekilde Rus Nikolai Lobachevsky ve Macar János Bolyai tarafından da keşfedildi. Gauss, tartışmalardan hoşlanmadığından ve bulgusunun bazı İmmanuel Kant takipçileri tarafından felsefi temellerle karşı çıkılacağından korktuğundan sonuçlarını yayımlamaktan kaçındı. (Sonuçları daha sonra Öklid-dışı geometri olarak bilinir oldu.) Lobachevsky ve Bolyai tarafından geliştirilen bu yeni geometri, uzun bir zaman matematikçiler tarafından dikkate alınmadı. Daha sonra, onun işlevselliği Poincaré'in fonksiyon teorisinde matematiksel olarak, Einstein'ın genel görelilik teorisinde ise fiziksel olarak kanıtlandı.

İkinci örneğimiz, yeni bir bulgu yaygın matematik algısını ihlal ettiğinde ortaya çıkan zorlukları ortaya koyuyor. Tüm beklentilerin tersine, öyle ortaya çıktı ki 2'den büyük boyutlarda 'neredeyse tüm' dinamik sistemler uzun vadede kestirilemezdirler – kaotiktirler. Fiziksel evrenin bu temel özelliğinin ilk ipucu, Poincaré'in güneş sisteminin sabitliği üzerine olan çalışmasında ortaya çıktı. (Bu n-cisim probleminin en ünlü örneğidir.)

İsveç ve Norveç Kralı II. Oscar'ın 60. doğum günü şerefine, *Acta Mathematica* bu ünlü problem üzerine yazılmış en iyi makaleye bir ödül verdi. Poincaré'in 'karakteristik üsler' kavramını da içeren katkısı, dinamik çalışmaları üzerinde uzun süren bir etkiye sahip oldu. Onun bu probleme nitel ve topolojik yaklaşımı, 20. yüzyılda matematiğin temel dallarından biri olan topolojiye kaynaklık etti. Poincaré n-cisim problemini analizinde, '*homoklinik* düğüm' olarak adlandırdığı şeyi keşfetti. 3 ya da daha büyük boyutlu faz uzayında, bir yörünge kendi etrafında sonsuz derecede karmaşık bir dolaşıklıkta düğümlenebilir ve

bunu çözmeye çalışmak umutsuz bir girişimdir. Bu, şimdi kaos olarak adlandırılan fenomenin matematiksel olarak ilk ortaya konuluşuydu.[42]

Poincaré bu keşfin öneminin farkındaydı; ama onu tüm detaylarıyla keşfetmeye çalışmadı. Hikâyenin tümünü anlatan matematik tarihçisi June Barrow-Green şöyle yazdı: "... (Poincaré) bu sonucu öyle şaşırtıcı buldu ki, daha karmaşık çözümlerin ihtimalini akıl edememiş olması belki de çok tuhaf değildir."[43] Sonraki 30 yıl boyunca, Poincaré'in bu keşfi çoğunlukla dikkate alınmadı ve neredeyse unutuldu. Hadamard ve Cartan, Poincaré'in bazı fikirlerini geliştirirken, kaosu dikkate almadılar. Bu, matematiğin ve bilimin bize doğayı kontrol edebilme gücü vereceği yaygın inancıyla çelişiyordu.

İki-cisim problemini – diğer gezegenlerin bozucu etkilerini dikkate almayarak Dünya'nın Güneş çevresindeki hareketi ya da Güneş'in etkilerini göz ardı ederek Ay'ın Dünya çevresindeki hareketi- Newton zaten çözmüştü. Newton'un dinamikte çığır açan keşiflerinden çok etkilenen matematikçiler, 3-cisim ya da daha genel olarak n-cisim problemini çözmeyi umdular. Poincaré'in ancak şimdilerde anlaşılabilmiş homoklinik düğümü keşfi, 2'den daha büyük boyutlu neredeyse tüm dinamik sistemlerin kaotik karakteri olduğu gerçeğinin ilk imasıydı. Bunlar uzun vadede tahmin edilemezler; çünkü bugün verideki gözlemlenemez küçük sapmalar, sonuçta rastgele gelişen büyük farklılıklara sebep olurlar.

Uzun bir zaman boyunca, Poincaré'in dinamik sistemlerin matematiksel teorisindeki varisleri, homoklinik düğüm problemiyle ilgilenmediler. Böyle bir '*tuhaf cazibe merkezi*' 2 boyutta ortaya çıkamaz. Aslında faz uzayının 2 boyutundaki dinamik sistemler iyi anlaşılmıştır, tabii bazı cevaplanmamış sorular vardır. Benzer bir düzenliliğin daha büyük boyutlarda da nihayetinde kanıtlanacağı inancı genel olarak vardır. Matematikçiler 'çoğu' dinamik sistemin, uzak gelecekte tahmin edilebilir demek olan 'iyi-davranışlı' olduğunu boşuna kanıtlamaya çalışmışlardır.

Bu, Berkeley'den Steve Smale'in, MIT'den Norman Levinson'un gönderdiği ve onun ilgisini John Littlewood (1885-1977) ve Mary Cartwright (1900-1998)'ın yazdığı makaleye çeken mektubu alıncaya kadar giriştiği bir projeydi. Elektrik mühendisliğinde kullanılan Van der Pol denklemi üzerinde çalışan John ve Marry, Poincaré'in n-cisim probleminde keşfettiğine benzer bir tür kaotik davranış buldular. Smale gidişatı tersine çevirdi ve sonunda daha büyük boyutlarda, düzlemin tersine, tahmin edilebilirliğin değil kaosun standart olduğunu gösterebildi.

'Kaos' terimi birçok fenomeni tanımlamak için kullanılır. Bu terim, York ve Li tarafından farklı bir fenomen için ilk olarak kullanılmıştı.

Bu sıralarda, kuramsal matematikteki bu araştırmalardan farklı olarak, Japonya'daki Hayashi grubu, özellikle Yoshisuke Ueda, Christian Mira ve onun Fransa, Toulouse'deki grubu analog bilgisayarlar üzerinde uzun hesaplamalar yaparak kaosu keşfediyorlardı.

Bu bulguları 'gürültü' olarak niteleyen bazı matematikçiler bu araştırmacıların işlerini zorlaştırıyordu. Onlar bu imaları göz ardı etmeyi ve geleneksel matematiksel akıl yürütmenin sonuçlarından oldukça uzak olan araştırmacıların odaklarını sorgulamaya başladılar.

Avangart Kaos adlı bir kitapta, bu araştırmacılardan bazıları sinir bozucu tecrübelerinden bahsediyorlar. Christian Mira, Toulouse'de yazdığı kaotik manifoldlar üzerine olan araştırması hakkında şöyle diyor: "Bu araştırmacıların yerel arka planından bahsetmekte fayda var. Toulouse grubunun kompleks dinamik çalışmaları asla elverişli bir ortamda olmadı. Bu konuyu ve uygulamaları geliştirmeye yönelik projelerim, 'kaosun tarih öncesi' zamanları boyunca sıklıkla duyduğum 'artık hiç kimse böyle bir şeyle ilgilenmiyor' argümanıyla geri çevrildi... Her şeye rağmen, büyük bir öneme sahip olan Smale'in katkısı, özellikle 'at nalı' harita özellikleri (1963) ve diğer nadir ilginç yayınlar ortaya çıktı."[44]



Resim 2-9. Steve Smale, topoloji ve dinamiksel sistem için öncü araştırmacı.

Sorunun bir parçasını, kaos teorisine katkıda bulunan insanların çoğunun mühendislik ve fizik gibi uygulamalı bilimlerden gelen insanlar olması oluşturuyordu. Bulgularının kabulünün yeterli olmamasının bir diğer nedeni de, temel araştırmaların, çoğu Batılı matematikçi tarafından okunmayan Rus dergilerinde yayımlanmış olmasıydı.

Japon araştırmacı Yoshisuke Ueda da benzer bir sorunla karşılaştı. Ueda, elektrik salınımları üzerine çalışan grubun başkanı olan Profesör Hayashi'nin beklenmedik kaotik sonuçları uygunsuz olarak nitelendirdiği bir laboratuvarda çalışıyordu.[45] Hayashi, Ueda'ya deneyleri, 'geçici durum daha kabul edilebilir bir sonuç verinceye kadar' tekrar etmesini tavsiye etti. Bu karşı çıkış üzerine, Ueda çığır açıcı çalışmalarına devam edebilmek için Hayashi'nin tatile çıkmasını bekledi. Fakat bulgularının bir kısmını yayımlamaya çalıştığında reddedildi. Zor bir çelişki içindeydi. Çalışmaları katı matematiksel kanıt standartlarına uymuyorsa da, gerçek hayatta gözlemlenen bir fenomene karşılık geliyorlardı. "Onların sesimi biraz daha sempatik bir şekilde duymalarını isterken, aynı zamanda matematiği putlaştırdım... Özellikle

Profesör Hayashi'nin yokluğunda makaleyi gönderdim, böylece onun makaleyi gözden geçirmemesi için iyi bir bahaneye sahip olacaktım; ama yine bunun yüzünden makalem bazı güzel düzeltmelerden de yoksun kaldı. Onun büyük değişikler yapacağını ve benim için önemli olan kısımları çıkaracağını bildiğimden, makaleyi ona göstermem mümkün değildi. Uzlaşamazdım, bununla birlikte... bu dünyada kurulmuş bir düzeni değiştirmenin gerçekten çok zor bir iş olduğunu öğrendim."[46]

Bu araştırmayı kabul ettirmek zor olmuş olsa da, sonunda çalışma '*Japon cazibe merkezi*' olarak bilinir oldu. Ueda, araştırmasının ilk yıllarından 'kaos evrensel olarak kabul edilmeden önceki karanlık saatler' olarak bahsediyor.[47]

Kaos fenomeninin yaygınlığını kanıtlayan sonuçlar ortaya çıktıkça, Poincaré'in homoklinik düğümü keşfi hatırlanır oldu. Amerikan matematikçi Ralph Abraham, kaosun keşfinin uzun ve karmaşık 70 yılından şöyle bahsediyor: "Matematiksel keşiflerle tetiklenen Kaos Devrimi, bilim tarihindeki bir iki kola ayrılma hikâyesidir ve çeşitli bilim dallarındaki ardışık paradigma kaymaları içerir. Belki de o, bunun dışında, dünya kültür tarihindeki büyük bir dönüşümdür, *zaman gösterecek*. Bu arada, fikirlerinin yeniliğinden ve haklı olmalarının verdiği cesaretten acı çekmiş olan çeşitli öncülerin sosyal ve psikolojik tecrübelerinin benzerliğinden şaşkınlık duyuyoruz. Onlara çok şey borçluyuz."[48]

Berkeley'de Görev Savaşı

Son olarak, sırada matematik hayatındaki gerilimin son örneği. Matematikçiler arasındaki farklılıklar, onların felsefi bakış açılarıyla ya da kamusal ödüllere ve tanınırlığa karşı tavırlarıyla sınırlı değildir. Bunların dışında, kimin yüksek prestijli matematik bölümlerinin bir parçası olacağı hakkındaki karar konuları da vardır. Üyelikle ilgili kararlar kişinin araştırmasının kalitesi, kolektif çalışması, uzmanlık alanı ve etnisite, yaş ve cinsiyet gibi

muhtemel gizli tercihleri içerir. En iyi bilinen durumlardan birisi, Berkeley'deki Kaliforniya Üniversitesi'nden Jenny Harrison hakkında. Olaydaki asıl konu, 1986'da görevine son verilen Harrison'un iddia ettiği cinsiyet ayrımcılığı. Bölüm ve üniversite çapındaki uzun süreli incelemelerden sonra, üniversite onun durumunu çözüme kavuşturdu, onu göreve geri aldı ve profesörlük ünvanını iade etti. Bu uzun süreç hakkında çok şey yazıldı, bazı yazarlar bunun görev süresi, ayrımcılık ve hukuk konularında Pandora'nın kutusunu açtığını söyledi.[49] Yazılı kaynaklara ek olarak, John-Steiner'in Harrison'la yaptığı yakın tarihli bir röportaj, onun bu anlaşmazlık boyunca nasıl içsel kaynaklara güvendiğinin eksiksiz bir resmini çiziyor.

Harrison ilk olarak doğaya ilgi duydu. "Devlet okuluna gidiyordum ve aslında kendi kendimi eğittim; çünkü okulda hiçbir şey öğrenmiyordum. 5 yaşımdan 15 yaşıma kadar okuldan arta kalan tüm zamanımı ormanda geçirdim." Bu doğa sevgisi Harrison'u yaşamı boyunca etkilemiştir ve bu etki, onun matematiksel manzaraları keşfediş şeklinde görülebilir.

Röportajda Harrison görsel dünya algısından ve ormanda yeni yollar keşfetmekten duyduğu keyiften bahsetmiştir. Onun hayatındaki önemli bir etki de ağabeyi idi. Ağabeyinin Harrison'ın yeteneğine ve kararlılığına olan sürekli inancı ve cesaretlendirmesi, onun gücüne ve kendine güvenine katkı sağlamıştır. "O büyük bir öğretmendi, henüz ikimiz de onlu yaşlarımızdayken benim temel fizik problemlerine ilgi duymamı sağladı."

Harrison onlu yaşlarındayken matematik yarışmalarında iyi dereceler alırdı; ama kendini öncelikle müziğe adamıştı. Profesyonel bir müzisyen olacağını düşünmüştü; ama sonra kamusal alanlarda çalarken çok rahat hissetmediğini keşfetti. Müzik yeteneğiyle matematik yeteneğinin ilişkili olduğu sürekli olarak söylenir. Kişisel olarak tanıdığım insanlardan yüksek lisanstaki ofis arkadaşım Leonard Sarason, Yale'de besteci Paul Hindemith'in yanında yüksek lisans derecesini almıştı. Richard Cou-

rant'ın piyano çalma hevesi ailesinde kötü olarak anılırdı. Courant'ın öğrencisi Hans Lewy Berkeley'de matematik profesörü oldu ama bir konser piyanisti de olabilirdi. Austin'deki Teksas Üniversitesi'nden matematiksel analist Leonard Gilman, Amerikan Matematik Topluluğu'nun ulusal toplantılarında piyano klasiklerini çalardı.

Harrison, Alabama Üniversitesi'nde matematik çalışmaya başlar başlamaz, çalışmaları kısa zamanda tanındı ve İngiltere'deki Warwick Üniversitesi'nden Marshall bursu için teklif aldı. Warwick'te çok iyi bir eğitim aldı; ama cinsel tacizle de orada karşılaştı. Uzun zaman erkeklerin kontrolündeki bir disiplindeki cinsel ayrımcılık ve erkek-kadın ilişkileri konuları, Harrison'un durumunda gözlemlendi. Bu onu, hem Warwick'te hem de Berkeley'de etkiledi.

Harrison'ın bitirme tezi büyük bir saygı topladı. 'Düzleştirilemeyen Diffeomorfizmler' başlıklı tezini 1975'te tamamladı. İleri Çalışmalar Enstitüsü'nde doktora sonrası araştırmacı olarak, Princeton Üniversitesi'nde de öğretim üyesi olarak çalıştı. 1977'de Miller Bursu ile Berkeley'e geldi ve ardından orada yardımcı profesörlük görevi teklif edildi. Bir yıl sonra, Somerville Koleji'ndeki bir pozisyon için Oxford Üniversitesi'nden gelen teklifi kabul etti ve bu üç yıl boyunca Berkeley'deki pozisyonunu korudu. 1982'de Berkeley'e dönerken Seifert varsayımına güçlü ve yeni bir karşı-örnek bulduğunu duyurdu. Harrison'un çalışması birçok alandan yeni ve incelikli teknikler içeriyordu ancak yayımlanması için yazıya dökülmesi oldukça zordu.[50] El yazmasını gönderdiğinde, bu alanda önde gelen bir uzman olan Michel Herman'ın karşı çıkması, bilirkişilerin genellikle ihtiyatlı olan duruşundan çok daha farklı bir şekilde sonuçlandı. Harrison neler olduğuna açıklık getiriyor.

> Michael Herman büyük saygı duyulan bir Fransız matematikçiydi. Benim yöntemlerimin yalnızca umutsuzca yanlış olduğuna değil 'tehlikeli' de olduğuna inandı ve bunu başkalarına



Resim 2-10. Jenny Harrison, Berkeley'de matematik profesörü.

söylemekte bir sakınca görmedi. Michael benim yeni yöntemlerimin başkaları tarafından ciddiye alınırsa ortaya çıkacak sorunları düzeltmenin mümkün olmayacağından korkuyordu. Bunun yanı sıra, kendisi de Seifert Varsayımı'na karşı bir örnek bulmak için sıkı çalışıyordu. Herman'ın karşısavı bilirkişiler tarafından ciddiye alındı; ama makaleyi kabul etmek yıllar sürdü. Bilirkişiler onu uzun ve teknik çalışmasının bir yerinde bir kusur bulacaklarına emindiler; ama sonunda insafa gelip makaleyi 1986'da kabul ettiler. Son yıllarda, bu yayınların ne kadar önemli olduğu anlaşıldı. Onlar benim soyut süreci düz süreçle birleştiren geniş kalkülüs ilaveme kadar uzandılar ve Newton ve Leibniz'e kadar uzanan eski ve çok önemli bir matematik problemine yanıt buldular.[51]

1986'da matematik bölümü, dekan, rektör ve iki komitenin katıldığı uzun bir oylama sürecinden sonra, Harrison görevden alındı. Ona karşı karara varan üzerine Berkeley Akademik Senato Ayrıcalık ve Görev Komitesi'ne resmi bir şikâyet mektubu yazdı. Web sitesinde Harrison şöyle yazdı: "En başından beri, herhangi bir cinsiyet önyargısından uzak yeni ve adil bir ince-

leme istedim."[52] Mektubu reddedildikten sonra, 1989'da üniversiteye karşı cinsiyet ayrımcılığı davası açtı. Üniversite tarafından seçilen matematik topluluğunun 7 önemli üyesinin tavsiyesine üzerine, dava karara bağlandı. Onların kimlikleri sıkı bir şekilde gizli tutuldu ve üniversite bu olayda taraf olmamış iki matematik bölümü üyesini de komiteye dâhil etti. "Eğer inceleme komitesinin çoğu bana karşı oy kullanırsa herhangi bir temyize başvurmadan yürüyüp gideceğim. Eğer çoğunluk benim için oy kullanırsa, göreve geri döneceğim."[53] Komite, Harrison'ın araştırmasını inceledi ve o görevdeyken on diğer matematikçi tarafından yapılan çalışmalar kadar iyi olduğuna oybirliğiyle karar verdi. Ona profesörlük ünvanının geri verilmesini salık verdiler.

Üniversite çapındaki bu karar, matematik bölümde tartışmalıydı. Bu olay en başından beri, fakülte üyeleri arasında derin görüş ayrılıkları yarattı. Bir konu, Berkeley gibi seçkin bir bölümde görev kriterlerinin ne olduğuydu. Bunlar ne olursa olsun, bazı fakülte üyeleri bölümün kadın fakülte üye sayısının oldukça düşük olduğunu düşünüyordu. Bu kitapta daha önce belirtildiği gibi, Julia Robinson ancak Ulusal Bilim Akademisi'nin üyesi olduktan sonra göreve atanabilmişti. Robinson'un ölümünden sonra, Harrison göreve gelene kadar bölümdeki 55 çalışandan sadece biri kadındı.

Birçok fakülte üyesine göre, üniversitenin bağımsız bir komite atayıp onların kararını kabul etmeye istekliliği, Berkeley'de kadın üye sayısının azlığından duydukları rahatsızlığın bir göstergesiydi. Bazılarına göreyse, rastgele seçilmiş 12 Alameda Vilayeti vatandaşının oluşturduğu bir dava jürisindense, bilgili akademik uzmanlar tarafından anlaşmazlığın çözülmesi daha iyiydi. Matematik bölümünün bazı üyeleri Harrison'ı sıkı bir şekilde destekledi. Onun durumu, tüm kampüsten fakülteleri içeren (ve iyi bilinen bir bölüm üyesinin karısı olan Charity Hirsch tarafından başkanlığı yapılan) bir Harrison destek komitesi tarafından halka duyuruldu. Bu, Amerikan Üniversite Profesör-

leri Derneği ve Harrison'ın şikâyetlerine dayanarak üniversite içi temyiz mekanizmasının yetersiz olduğunu kabul eden Amerikan Kadın Üniversite Çalışanları Derneği tarafından da finansal olarak desteklendi.[54]

Üniversite kararını verir vermez, bölüm içindeki ayrılık daha fazla telaffuz edilir oldu. Bazı üyeler, yönetim tarafından hükmedilen bölüme karşı çıktılar. Diğerleri Harrison'ın başarılarına eleştirel yaklaşıyorlardı. Allyn Jackson tarafından bu konu üzerine yazılmış kapsamlı bir makalede, Dorothy Wallace görev sürecinin oldukça öznel olduğundan bahsediyor: "Bizden adayın en az karşılaştırıldığı diğer insanlar kadar iyi olduğunu söyleyebilmemiz beklenirdi. Hiç kimse bizden bu hükmü savunmamızı istemezdi. Aslında, hiç kimse bizden 'iyi' ya da 'onun kadar iyi' ile ne demek istendiğini sormamızı beklemezdi... Bu süreç olası her türlü bireysel ya da grup önyargısına açıktı."[55] Harrison'a karşı çıkan sadece birkaç bölüm üyesi vardı; ama onlar sesi yüksekti ve çoğunlukla ona karşı acımasızdılar.

Davası için savaştığı yıllar boyunca, Jenny Harrison bademcik kanseri hastasıydı; ama asla ümitsizliğe düşmeyerek savaşmayı sürdürdü. Hatta araştırmaları gelişmeye devam etti ve göreve geri alınışından sonraki 12 yıl boyunca bu çalışmaların önemi ve özgünlüğü geniş kesimler tarafından kabul görmeye başladı. Calvin Moore şöyle yazdı:

> Temyiz ve dava süreçleri boyunca, Harrison araştırma programına devam etti ve geometrik ölçü teorisi araştırmasında yeni şeyler buldu; çalışmaları federal ödeneklerle desteklendi. Profesör olarak tekrar göreve geldikten sonra, çok düzensiz sınırlara sahip alanlar üzerine çok değişkenli kalkülüsü anlamayı amaçlayan geometrik ölçü teorisi üzerine araştırmalarını geliştirmeye devam etti. Bu çalışmalarını Hassler Whitney'in fikirleri üzerine kurup onları genişletiyordu. Son zamanlarda, Cartan dış kalkülüsünü; sabun tabakalarını, manifoldları, katı alanları ve soyut atomik yapıları içeren alan-

ların normlu uzayına kadar genişleten alanlar teorisi üzerine bir çalışma yayımladı. Bu analiz onun daha önceki Seifert varsayıma karşı örneklerini ve onu en son sonuçlara götüren üç eksi epsilon türevlerini içeriyordu. Aynı zamanda, iki öğrencinin doktora çalışmalarına da danşmanlık yaptı.[56]

Harrison'un bu olayı, geleneksel olarak maskülen bir kültürde kendine bir yer bulmaya çalışan kadınların kararlılığı hakkındaki önemli konuları gün ışığına çıkarıyor. Harrison, zor durumlarla karşılaştığında insanın iç dengesini koruması gerektiğine inanırdı. O öğretme, araştırma, müzik ve doğa sevigisi arasında bir denge kurmaya çalışmıştı. Matematiğin duygusal yönlerini vurguladığımız bu kitapta, Berkeley'deki bu hikâye, tarafsızlığı ve mantıklılığı ödüllendiren bir bilimde bile profesyonel pratiğin, toplum çapında kadınların önemli entelektüel çalışmalara katkıları hakkındaki varsayımlardan bağımsız olmadığını gösteriyor.

Bir matematikçinin tecrübesi, disiplinin içinde bulunduğu uzun tarihten ve ululuk duygusundan etkilenir. Bu uğraşın üyeleri, sürekli olarak yeni teknikler ve düşünce şekilleri geliştirirken, hâlâ yüzyıllık problemlerle uğraşırlar. Son zamanlarda, matematik halkın ilgi ve alakasını üzerine çektiğinden, bu alanın daha gizli kalmış duygusal yönleri ortaya çıktı. Matematikçiler ödüller ve ün için rekabet etseler de, diğerlerinin kendi kanıtlarını ve bulgularını değerlendirmelerine ihtiyaç duyarlar. Topluluk ve çekişme arasındaki bu gerilim, daha önce epeyce özel olan bu grubun üyelerinin son zamanlarda giderek farklılaşmasıyla daha da karmaşık bir hal aldı.

Matematik kültürü nedir sorumuza nasıl cevap verdik? Alanın bilişsel, duygusal, estetik yanlarını ve sosyal ve rekabetçi gerilimleri inceleyerek bu soruya cevap vermeye çalıştık. Tüm bu sorunlar, matematikçinin hayatının kendine has özel bir yanı olsa da, bir dereceye kadar akademik ve bilimsel yaşamın tüm alanlarında bulunurlar.

Kaynakça

Abraham, R. (2000). The chaos revolution: A personal view (kaos devrimi: kişisel bakış). R.Abraham & Y.Ueda versiyonu. *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory* (Kaos Öncüleri: Kaos teorisinin ilk günlerinin anıları). Singapore: World Scientific, sayfa 81-90.

Abraham,R. & Y.Ueda versiyonu. *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory* (Kaos Öncüleri: Kaos teorisinin ilk günlerinin anıları). Singapore: World Scientific.

Albers, Donald J., & Alexanderson G.L. (1985). *Mathematical people: Profiles and interviews* (Matematik İnsanları: Profiller ve Söyleşiler). Boston: Birkhauser.

Atiyah, M. (1984) Söyleşi. *Mathematical Intelligencer* (Matematik Casusluğu) 6(1), 9-19.

Barrow-Green, J. (1997). *Poincaré and the three body problem* (Poincaré ve üç varlık problemi). Providence, R.I.: Amerikan Matematik Topluluğu

Bell, E.T. (1965). *Men of mathematics* (Matematiğin Adamları). New York: Simon and Schuster.

Boas, R. (1990). Söyleşi. D.J. Albers, G.L.Alexanderson & C.Reid versiyonu. *More mathematical people: Contemporary conversations* (Daha fazla matematik insanı: modern diyaloglar). Boston: Birkhauser, sayfa 25

Brockman, J. (versiyonu) (2004). *Curious Minds* (Meraklı beyinler). New York: Pantheon Books.

Chang, Kenneth (2007). Journeys to the distant fields of prime. *New York Times*, 13 Mart 2007. 10 Nisan 2008'de belirtilen siteden alınmıştır: http://www.nytimes.com/2007/03/13/science/13 prf.html?_r=1&sq=The %20Mozart%20of%20MAth&st=nyt&oref=slogin&scp=1&pagewanted=print

Collins, M.A. & Amabile, T.M. (1998). Creativity and motivation(yaratıcılık ve motivasyon). R. J. Sternberg versiyonunda. *Handbook of creativity* (yaratıcılığın el kitabı). Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, sayfa 297-312.

Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psycology of optimal experience* (Akış: En uygun deneyimin psikolojisi). New York: Harper Perennial.

Da C Andrade, E.N. (1954). *Sir Isaac Newton: His Life and Work* (Sör Isaac Newton Hayatı ve Çalışmaları). Garden City, N. Y.: Anchor Books.

Davis, P. J. & Hersch, R. (1981) *The mathematical experience*. Boston: Birkhauser

Diacu, F. & Holmes, P. (1996). *Celestial encounters* (Tanrısal karşılaşmalar). Princeton, N. J.: Princeton Üniversitesi Yayınları.

Everett, d. (2005). Cultural Constraints on grammar and cognition in Piraha (Piraha'daki Gramer ve Bilişte Kültürel gerilimler). *Current Anthropology* (Ağustos/Eylül) sayfa 621-646)

Gardner, H. (1993). *Creating Minds* (Beyinleri yaratma). New York: Basic Books.

Glas, E. (2006). Mathematics as objective knowledge and as human practise (Objektif Bilgi ve İnsan uygulaması olarak matematik). R. Hersh versiyonu. *18 unconventional essays on the nature of mathematics*. New York: Springer.

Hadamard, J. (1945). *The psychology of invention in the mathematical field* (Matematik alanında keşfin psikolojisi) New York: Dover.

Halmos, P. R. (1985) *I want to be a mathematician* (Matematikçi olmak istiyorum). New York:MAA Spectrum, Springer-Verlag.

Hardy, G. H. (1991) *A mathematician's apology* (Bir matematikçinin özrü). Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları.

Harrison, j. (2007) we-sitesi

Hersch, R. (versiyonu) (2006). *18 unconventional essays on the nature of mathematics*. New York: Springer

Jackson, A. (1994). Fighting for Tenure: The Jenny Harrison case opens Pandora's box of issues about tenure, discrimination and law (Ayrıcalık için Kavga: Jenny Harrison, ayrıcalık, ayrım ve kanun hakkında Pandora'nun kutusunu açıyor). *Notices of the American Mathematical society 41*(3), 187-194)

John-Steiner, V. (2006). Harrison söyleşisi, 4 Aralık 2006.Berkeley, Calif.

Krantz, S.G. (2002). *Mathematical apocrypha: Stories and anecdotes of mathematicians and the mathematical*. Washington D.C.: Mathematical Association of America.

Krantz, S.G. (2005). *Mathematical apocrypha redux: More stories and anectodes of mathematicians and the mathematical* (Sahte Matematiksel Diriliş: Matematikçiler hakkında daha fazla hikaye ve anekdot) Washington D.C.: Mathematical Association of America.

Macrae, Norman (1992). *John Von Neumann*. New York: Random House

Mandelbrot, B (1985). Söyleşi . D. J. Albers & G. L. Alexanderson versiyonu. *Mathematical People: Profiles and interviews* (Matematik insanları: Profiller ve söyleşiler). Boston: Birkhauser.

Mira, C. (2000). Kaotik dinamiğin tarihöncesi zamanlarında I.Gumowski ve Toulouse araştırma grubu. R. Abraham & Y. Ueda versiyonu. *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory* (Kaos Öncüleri: Kaos teorisinin ilk günlerinin anıları). Singapore: World Scientific, sayfa 95-197.

Moore, C. C. (2007). *Mathematics at Berkeley: A history* (Berkeley'de Matematik: Bir Tarih). Wellesley, Mass.: A. K. Peters.

Mozzochi, C. J. (2000). *The Fermat Diary*. Providence, R.I.: American Mathematical Society.

Nasar, S & Gruber,D. (2006). Manifold destiny (Manifold kaderi). The New Yorker, 28 Ağustos 2006.

Osserman, R. (1995). Poetry of the universe(evrenin şiiri). New York: Doubleday.

Parikh, C. (1991). The Unreal life of Oscar Zariski (Oscar Zariski'nin Gerçek Olmayan Hayatı). Boston: Academic Press.

Peter, R. (1990). Mathematics is beautiful (Matematik güzeldir). *Mathematical Intelligencer* 12(1), 58-62.

Rota, G.C. (1997). *Indiscrete thoughts* (Toplu halde düşünceler). Boston: Brikhuaser.

Ruelle, D. (2007). *The mathematician's brain* (Matematikçinin beyni). Princeton, N. J.: Princeton Üniversitesi Yayınları.

Singh, S. (1998). *Fermat's Last Theorem* (Fermat'ın Son Teoremi). London: Fourth Estate.

Schwartz, L. (2001). *A mathematician grappling with his century* (Yüzyılı ile uğraşan matematikçi) Basel:Birkhauser.

Sternberg, R. J. & Lubart, T. I. (1991). An investment theory of creativity and its development (Yaratıcılığın ve gelişmesinin yatırımı). *Human Development*, 34, 1-31.

Ueda, Y.(2000a). Strange attractors and the origins of chaos(Kaosun garip cazibe merkezi ve kökenleri). R. Abraham & Y. Ueda versiyonunda. *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory* (Kaos Öncüleri: Kaos teorisinin ilk günlerinin anıları). Singapore: World Scientific sayfa 23-55.

Ueda, Y. (2000b). My encounter with chaos (Kaosla karşılaşmam) . R.Abraham & Y.Ueda versiyonunda. *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory* (Kaos Öncüleri: Kaos teorisinin ilk günlerinin anıları). Singapore: World Scientific sayfa 57-64.

Ueda, Y. (2000b). Reflections on the origin of the broken-egg chaotic attractor(Kırık yumurta kaotik cazibe merkezinin kökenlerindeki yansımalar). R. Abraham & Y. Ueda versiyonunda. *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory* (Kaos Öncüleri: Kaos teorisinin ilk günlerinin anıları). Singapore: World Scientific sayfa 65-80.

Vygotsky, L.S. (1962). *Thought and Language* (Düşünce ve dil). Cambridge, Mass.: MIT Press.

Weil, A. (1992). *The apprenticeship of a mathematician* (Bir matematikçinin çıraklık dönemi). Basel: Birkhauser.

Wilder, R. L. (1981). *Mathematics as a cultural system* (Kültürel bir sistem olarak matematik). Oxford: Pergamon Press.

Yau, S. T. (1998). *S. S. Chern: A great geometer of the twentieth century* (S.S. Chern: Yirminci yüzyılın büyük geometricisi. Singapore: International Press.

+3+

Avuntu Olarak Matematik

Matematiksel hayata baktığımızda, genel olarak onun kamusal yüzüne odaklanırız: matematikçilerin çalıştıkları enstitüler, kendi toplulukları içinde birbirlerinden etkileşimleri, şakaları ve tuhaflıkları, ödülleri ve yarışları, devrimci buluşları gibi. İleriki sayfalarda matematiğe âşık olmanın daha kişisel sonuçlarını konuşacağız. Bu bölümde "*Dünyanın acılarından kurtulmak için, matematik güvenli bir saklanma yeri midir?*" diye soruyoruz.

Gian-Carlo Rota'ya göre, "Gerçekten kaçış yolları içinde matematik en başarılısı olmuştur. O, hepsinden daha fazla bağımlılık yapan bir fantezidir çünkü kaçmaya çalıştığımız gerçeği, geliştirmek için geriye doğru çalışır. Tüm diğer kaçışlar –seks, uyuşturucu, hobiler, aklınıza gelebilecek her şey– matematikle karşılaştırıldığında geçicidir... Matematikçi tamamen adanmış duruma gelir, öyle bir canavar ki tüm hayatı satranç oyununun tali yolu gibi gören Nabokov'un satranç oyuncusu gibidir."[1]

Bu kitap üzerinde çalışırken, çok sayıda iyi tanınan matematikçinin, hapisteyken, matematik üzerine çalışmaları olduğunu ortaya çıkarınca şaşırdık. Üç farklı savaş zamanında hapse girmiş beş savaş suçlusu, buna ek olarak iki siyasi suçlu ve askerlik görevinden kaçtığı için mahkûm edilen başka biri daha. Bunların yanında ayrıca matematiği dayanılmaz diş ağrılarından kaçmak için kullanan başka biri; bir matematik problemi ile yatalak ve neredeyse doksan yaşında iken hayata yeniden dönen bir başkası; on yıllarca süren yazarlara özgü esin yokluğundan kaynaklanan tıkanıklıktan matematik sayesinde, zihnini başka bir

yere çekerek kurtulan bir romancı; anlamsız ve vahşi bir bombardımanda bulunmanın verdiği büyük acıya tahammül etmeye çalışan idealist bir delikanlıdan söz edeceğiz.

Soğurma

En ılımlı sekliyle, kaçış soğurmaktır. Her gece onun hakkında rüyalar gördüğünüzde sonunda probleminizin içine girdiğinizi anlarsınız. (Rüyanızın problemin çözümünü vereceğinizin bir garantisi yoktur.) Newton'un bazen yemek yemeyi ve uyumayı unuttuğunu söylerler. Çoğunlukla bu bir dalgınlıktan kaynaklanır. MIT koridorlarında sağ elinde matematik kâğıtlarıyla yürüyen Norbert Wiener'ın kapısı açık bir sınıf kapısından içeri girdiği, kapı ve sınıfın dört duvarı boyunca yürüyüp yeniden dışarı çıktığı, tüm bunları yaparken sol eliyle de duvara tutunarak yolunu bulduğu ve elindeki kâğıtları okuduğu söylenir.

Hem edebiyat hem de matematik alanında Blaise Pascal (1623-1662) Fransa'nın en meşhur evlatlarından biridir. Kutsal Bakire'ye kendini adamak uğruna matematik ve bilimden vazgeçmiştir, ama acil durumlarda matematiğe dönebiliyordu. 1658' de bir akşam diş ağrısından mustarip, uyanık yatarken, Pascal acısını dindirmek için sikloid hakkında düşünmeye çalışmıştı. Bunun dayanılmaz ağrılarını kafasından atmasına yarayacağını umut ediyordu. (Sikloid, yuvarlak bir çemberin çevresi üzerindeki sabit bir noktanın yatay eksende aldığı yolun grafiğini gösteren bir eğri türüdür.) Ağrısının dinmesi karşısında keyifli bir şaşkınlık yaşamıştı. Pascal bunun, cennetten gelen bir işaret olduğuna yorumlamıştı: ruhunun kurtuluşundan çok sikloid hakkında düşünmesi onu günah işlemekten koruyordu! Bu konu hakkında birçok temel problemi çözerek 8 gününü sikloidin geometrisine adadı.

G. H. Hardy'nin ünlü işbirlikçisi John Littlewood, 89 yaşında yaşamında ikinci bir şans yakaladı. 1975 yılında, Ocak ayında kötü bir düşüşten sonra Cambridge'deki bir bakım evine alındı ve ha-



Resim 3-1. George Polya.

yata ilgisi çok azdı. Meslektaşlarından, Béla Bollobás, ona, Burkholder'ın zayıf L^2 eşitsizliğinde en iyi sabitin saptanması problemini götürdü. (Üzerinde çalıştığı bir eşitsizliğin daha genişletilmiş haliydi.) Bollobás'ın büyük desteği ve şaşkınlığı karşısında Littlewood konuyla ilgilendi. (Burkholder'in eşitsizliğindeki konu olan) Martingeller hakkında önceden hiçbir şey duymamasına, onca yaşına ve kötü sağlığına rağmen bu konu hakkında bilgilenmek için çok istekliydi! Birkaç hafta sonra bakımevinden çıkabildi. Bollobás bu süre için *"Bundan sonra zayıf eşitsizliğe olan ilgisini sürdürmeye devam etti ve bir üst bağlantıyı tamamlamaya yarayan uygun yapıları bulmak için çok çalıştı"*[2] diye yazmıştır.

Call It Sleep romanının yazarı Amerikalı yazar Henry Roth, yıllarca Birleşik Devletlerin oldukça kuzeyinde, Maine'de ücra bir köyde yaşamıştır. Yazarlara özgü tıkanıklıktan dolayı acı çekiyor ve ailesine destek olabilmek için ördek ile kaz büyütme ve kesme işiyle uğraşıyordu. Maine kış aylarında hayatta kalabilmek için diferansiyel problemleri üzerinde çalışırdı. Nitekim George B. Thomas'ın hayli dişli hesap metinlerinin tümünü

yaptı ve sonra bu başarı hakkında konuşabilmek için MIT'de Profesör Thomas'i ziyaret etti.

Freeman Dyson ünlü bir fizikçidir (bugünlerde *New York Review of Books*'un da düzenli katılımcısıdır) 1943'te, Buckinghamshire'da bir ormanın ortasında İngiliz Kraliyet Hava Kuvvetleri Komutanlığında istatistik uzmanı olarak haftada 60 saat çalışıyordu. Bunu uzun, zorlu ve çetin bir kış olarak hatırlar. Analiz ettiği bomba kayıpları istikrarlı bir biçimde daha fazla büyüyordu ve savaşın son bulacağına dair bir işaret görünürde yoktu. Hardy, Dyson'un Rogers-Ramanujan özdeşlikleri ile ilgilendiğini biliyordu."[3] Bu yüzden Dyson'a, W. N. Bailey aracılığı ile Rogers-Ramanujan türündeki özdeşlikleri elde etmeye yarayan yeni bir metodun olduğu kâğıdı gönderdi. Dyson bu günleri şöyle anlatır, "O kışın akşamlarında, Ramanujan'ın bahçesinde gezerken Bailey'den aldığım mektupları okuyarak ve onun fikirlerine çalışarak akıl sağlığımı korudum. Bu arada kendi başıma yeni Rogers-Ramanujan özdeşlikleri keşfediyordum. Ramanujan'ın hoşlanacağı birçok özdeşlik buldum. Benim favorim aşağıdakiydi;

$$\sum_{n=0}^{\infty} x^{n^2+n} \frac{(1+x+x^2)(1+x^3+x^4)\cdots(1+x^n+x^{2n})}{(1-x)(1-x^2)\cdots(1-x^{2n+1})} = \prod_{n=1}^{\infty} \frac{(1-x^{5n})}{(1-x^n)}$$

Soğuk ve karanlık akşamlarda, ölüm ve 1944'in yıkımı ortasında bu güzel özdeşlikleri karalarken, kendimi Ramanujan'a yakın hissettim. O da 1917'nin ölümleri ve yıkımı ortasında daha güzel özdeşlikler karalıyordu."[4]

Başka bir 2. Dünya Savaşı hikâyesi Olga Taussky-Todd ve kocası sayısal analist John Todd hakkındadır. Alman Hava Kuvvetlerinin şehri büyük ölçüde bombaladığı Blitz muharebesi süresince Londra'daydılar. Çift, apartmanlarının bodrum katında siper alırken bu hava akınlarını sıkı çalışmak için avantaj haline getirmişlerdir. Todd bir röportajında "Hava akınları boyunca tamı tamına altı makale yazdık. Bu sırada hava akınlarına sürüyor, diğerlerinin üçte ikisi konuşuyor, uyuyor ya da okuyordu" demiştir.

Hapishane Hikâyeleri

Napolyon Savaşı'ndan II. Dünya Savaşı'na kadar iyi tanınan pek çok matematikçi zamanlarını savaş suçlusu olarak hapishanede geçirmiştir. En azından iki tanesi Amerika Birleşik Devletlerinde ve Uruguay'da siyasi suçlu olarak hüküm giymiştir. Etkileyici oranda güzel matematiksel kuramlar hapiste yaratılmıştır ki bu hükümlü matematikçilerin, karakter ve dayanıklılık denemesi olan bu büyük çilelerinde hayatta kalmalarına yardımcı olmuştur.

İzdüşümsel geometrinin önemli bir kısmı hapiste yaratılmıştır. 1812'nin Kasım ayında, Marshal Ney komutasında Moskova'dan çekilen harap düşmüş Napolyon ordusundaki bir subay olan Jean-Victor Poncelet (1788-1867) Krasnoye muharebesinin soğuğunda ölüme terk edilmişti. Onu hâlâ soluk alırken bir Rus arama ekibi buldu. Mart 1813'te, 5 ay boyunca donmuş düzlükler üzerinde yürüdükten sonra Volga kıyılarındaki Saratov'da hapse girmişti. Göz kamaştırıcı nisan güneşi yaşam enerjisini yenilediğinde, Monge ve daha yaşlı Carnot'un yeni matematik-



Resim 3-2. Jean Victor Poncelet

sel tanımlarından ilham aldığı Politeknik Ekol (Ecole Polytehnique) okulunda öğrenebildiği kadar matematik ile yeniden matematiksel değerler türetmeye başladı. Eylül 1814'te Poncelet, yanında Saratov'da yazdığı yedi el yazması defterle Fransa'ya döndü. Bell bu çalışmalar için şöyle yazmıştır,"Poncelet, izdüşümsel geometri, modern sentetik geometri, genel geometri ve uzamın ideal elementleri olarak kendini geometrik manipülasyonlarda temsil eden sanal sayıların geometrik yorumlamalarında muazzam bir dalga başlatmıştır."

2002'de 111 yaşındayken ölen Avusturyalı topologist (biçimleri ya da boyutları değişmeyen geometrik cisimlerle ilgilenen dalı) Leopold Vietoris, I. Dünya Savaşı'nda "*Topologik Ortalamalar İle Çok Yüzeylilerin Geometri Kavramlarıyla Yaratılması*" (buradaki çok yüzeyli, küre ve silindir gibi iki boyutlu eğimli yüzeylerin daha büyük ebatlara genellemesidir) üzerine tezini hazırlarken bir yandan I.Dünya Savaşı esnasında bir dağı korumak için Avusturya-Macaristan ordusuna hizmet ediyordu. Ateşkesten hemen önce, 4 Kasım 1918'de Vietoris İtalyanlar tarafından tutsak edildi. Tezini ise savaş esiri olarak tamamladı.

I.Dünya Savaş'ı esnasında, Avusturya-Macaristan ordusundan başka iki matematikçi İtalyanlar tarafından değil, Ruslar tarafından esir alındı. Viyana'dan Eduard Helly ve Budapeşte'den Tibor Radó 1918'de Tobolsk yakınlarında bir kampta karşılaştılar. Radó teğmen olarak askere alınıp Rusya ön cephelerine gönderildiğinde üniversiteyi yeni bitirmişti. Helly ise Hahn-Banach teoremini 1912'de Hahn ve Banach'tan önce bulmuş bir matematik araştırmacısıydı.(Bu teorem fonksiyonel analizde zaruri bir araçtır. Bu, kişiye, büyüklüklerini arttırmadan bir alt uzaydan uzayın tümüne lineer fonksiyonu genişletmesine izin verir.) Radó, Budapeşte Üniversitesi'nde inşaat mühendisliği okumuştu. Rusya esir kampında Helly, Radó'nun öğretmeni oldu. Radó hapis kampından kaçtı ve Rusya'nın arktik bölgelerine, kuzeye doğru yolunu tuttu. Orada yerli kuzeyli bölge sakinleri ona arkadaşlık edip konukseverlik gösterdi. Batıya doğru bin-

lerce mil süren uzun ve zahmetli bir yolu yaya olarak bitirerek 1920'de Budapeşte'ye vardı. Buradaki üniversiteyi bitireli beş yıl olmuştu. Helly ona matematiksel araştırmaların çekiciliğini göstermişti, o da böylece Macar analizci Frigyes Riesz ile çalışmak için Szeged Üniversitesi'ne gitti. Riesz'e fonksiyonel analiz üzerine yazdığı muhteşem kitabına yardımcı oldu ve 1929'da Birleşik Devletlere göç etti. Ohio Eyalet Üniversitesi'nde matematik alanında lisans programı veren bir bölüm kurdu. Orada yüzeysel ölçümler hakkında lider bir otorite oldu.

Matematikçi olmak hapishanede bazen bir kayıp da olabilmektedir. II. Dünya Savaşı'nda Fransız analist ve uygulamalı matematikçi Jean Leray Almanların hapishanesinde 5 yıl geçirdi. Eğer Almanlar onun akışkanlar dinamiği ve mekaniğindeki yeteneğini bilselerdi, onlar adına çalışması için onu zorlayacaklardı. Bu yüzden en az ilgi duyduğu topolojiye yöneldi ve hapiste sadece buna çalıştı. Nitekim cebirsel topolojide ana öğelerden biri haline gelecek bağ teorisini yarattı. (Bağ teorisi üzerine ileriki bölümde Alexandre Grothendieck hakkında yazarken ayrıntılı bilgi verilecektir.) Bununla beraber serbest kaldığında Leray topolojiyi başkalarına bırakarak analize geri dönmüştür.

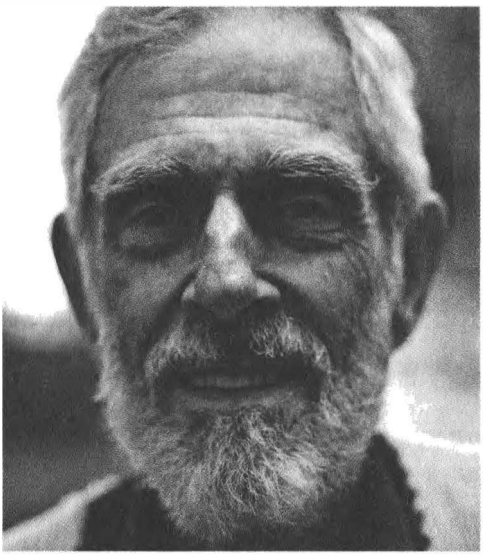
Güney Amerikalı istatikçi J. E. Kerrich Danimarka'ya gittiğinde 1940 Nazi işgali başlamıştı. Danimarkalılar ülkelerinde bulunan İngiliz vatandaşlarını gözaltına almayı kabul ederek kurtardı, böylelikle Almanya'ya götürülmediler. Kerrich zamanını 10.000 kez madeni bir parayı havaya atarak ve sonuçlarını yazarak değerlendirdi. Daha sonra, bu deneyiminden analiz ettiği verilere dayanan "*Olasılığın Teorisine Deneysel Giriş*" isimli ders kitabını yazdı.

Fransız sayı teorisyeni André Weil, vatandaşları Poncelet ve Leray gibi, hapiste harikulade verimli zaman geçirdi. 1939 yılının yaz aylarında Almanya ile savaşın yaklaşmasından korkuluyordu ve Weil askerlik hizmetindeydi. Otobiyografisinde bu dönemi "Görevdeyken bunun bir alınyazısı veya sakınmam gereken karmam olduğunu düşünüyordum" diye yazmıştır. Fin-

landiya'ya göç etti. Fakat ne yazık ki Almanlar birkaç ay sonra Finlandiya'yı işgal etti. "Miyop nedeniyle gözlerimi kısarak bakışım ve açıkça yabancı gibi giyinmem yüzünden dikkat çektim. Polis kaldığım apartman dairesinde bir arama yaptı ve elbise dolabında stenotip yazılardan oluşan birkaç kâğıt rulosu buldu... Pontryagin'den Rusça bir mektup da vardı." Hapishanede 3 gün geçirdikten sonra beklemediği şekilde İsveç sınırında serbest bırakıldı."[5] İsveç ve İskoçya üzerinden tekrar gemi ile Fransa'ya giderken Rouen'de hapiste 3 ay yattı. Arkadaşı Henri Cartan ona "Oturup rahatsız edilmeden çalışmak konusunda senin gibi şanslı değiliz" diye yazmıştır. 7 Nisan 1940'da Weil karısı Eveline'a şöyle yazdı, "Matematik çalışmam, en vahşi umutlarımın ötesinde ilerlemeler kaydediyor ve sadece hapishanede bu kadar iyi çalışabilmek beni biraz endişelendiriyor. Her yıl iki ya da üç ay kendimi kilitleyerek zamanımı düzenlemek zorunda mı kalacağım?" 22 Nisan'da ise şöyle yazmıştır, "Matematik ateşim azaldı... Gitmeden artık kanıtlarımın ayrıntılarını düşünmek görevi üzerime düşüyor." 3 Mayıs 1940'ta 5 yıllığına hapse gönderildi fakat bu karar hızlı bir şekilde değişti ve serbest bırakılmasının karşılığında muharebeye katıldı. 17 Temmuz 1940'da "Komutanlık makineli silahlarımızı bırakmamız ve sahildeki alaya katılmak için geldi. Küçük, buharlı bir tekneye bindirildik ve ertesi sabah Plymouth'taydık."[6] Weil sonunda hayranlık uyandıran kariyerine devam etmek için Birleşik Devletlere gitti.

Matematik ve Siyaset

Mathematical Intelligencer'ın editörü Chandler Davis, Harvard'da matematik yüksek lisans yapan yazarlarımızdan birinin okul arkadaşıydı. McCarthyite'nin 1950'ler boyunca yarattığı kızıl korkusu dönemde Davis'in kariyeri, Birleşik Devletler Temsilciler Komitesinin Amerikan-karşıtı aktiviteler üzerine sorduğu soruları yanıtlamadığı için aksadı. Bu dönemde Amerikan Devrimi'nde yer alan devrimci atalarından gururla bahsediyor



Resim 3-3. Toronto Üniversitesi'nde matematikçi Chandler Davis.

ve Birinci Anayasa Tadilatı'nda konuşma özgürlüğünü ihlal eden kavuşturmalarda yer almayı reddediyordu. Davis, Michigan Üniversitesi'ndeki profesör asistanlığı işinden kovuldu. Kongreye saygısızlık ve itaatsizlikten hüküm giydi ve sonra yorucu davalardan sonra 6 aylığına Connecticut, Danbury'deki federal cezaevine kondu. Salıverildiğinde Birleşik Devletlerdeki tüm üniversitelerin kara listesine alınmıştı. Kanadalı geometrici Donald Coxeter onu Toronto Üniversite'sine davet etti. İlk başta Kanada hükümeti Davis'in girişine karşı koydu, fakat bir mektup kampanyasından sonra buna izin verdi. Matriks teorisine katkıda bulunan *Lineer Cebir ve Uygulamaları* üzerine 1994'te yapılan özel baskı, onun hapiste geçen zamanını tanımlar: Bu karakter ve dayanıklılık denemesi olarak çektiği çile boyunca, Chandler matematik üzerine olan araştırma ilgisini korumuştur. Ayrıca mizah duygusunun da devamlılığını sağlamıştır. Hapiste kavradığı fakat daha sonra basılan uç bir probleme yazdığı dipnotta der ki: "Araştırma Federal Hapis Sistemi ile desteklenmiştir. Bu sayfada bahsedilen fikirler yazarındır ve Cezaevi Bürosu'nca ihtiyaç görülmemektedir." Davis bu zarif ifadelerin,

kendisine teşekkür ettiği Courant Enstitüsü'nün uzun dönem üyesi Peter Lax tarafından tavsiye edildiğini söyler.

Şu anlaşılmalıdır ki hapis hayatı, tüm hüküm giyen matematikçiler için, André Weil ve Chandler Davis gibi geçmemiştir. Uruguaylı analist José Luis Massera otobiyografisinde, kendisinin, İspanya'dan Luis Santalo ve İtalya'dan Beppo Levi gibi faşizmden kaçan mülteci matematikçilerin siyasi aktivitelerinin etkisinde kaldığını yazmıştır. Massera bize, kariyerinin hapisten önce ve hapisteki kariyerine ait detaylı bir hikâye bırakmıştır. "O dönem, askeriyedeki büyük hareketin etrafında İspanyollarla birlikte katıldığım siyasi aktiviteleri, geri kalan hayatımda matematik ile paylaştım."[7] 1943'te komünist oldu.

Uruguay, Montevideo'da derecelerini tamamladıktan sonra Polya ve Szegó ile birlikte çalışacağı Standford Üniversitesi'ne gidebilmek için bir Rockefeller bursu kazandı. Fakat daha sonra diferansiyel eşitsizliklere daha ilgili hale geldi (bilinmeyen fonksiyonun değişimin oranını kapsayan eşitsizlikler). Minimal yüzeyler hakkında Richard Courant ve sıradan diferansiyel eşitsizlikler için topolojik metotlar hakkında Solomon Lefschtez ile birlikte aynı anda çalışarak New York ve Princeton arasında gidip geldi ve böylece daha doğu kıyılarına transfer oldu. 1966'da Uruguay'a döndüğünde, öğrencisi J.J. Schaffer ile birlikte iyi bilinen kitabı *Lineer Diferansiyel Denklemler ve İşlem Uzayları*'nı yayımladı. Bu arada Uruguay parlamentosuna da Komünist Parti'den seçildi. Askeri diktatör 1973'te partiyi kanundışı ilan edince partinin gizli yöneticisi oldu.

1975'in Kasım ayında tutuklandı. İlk gün elleri ve ayak bilekleri bağlı ayakta dururken bir asker omuz atıp onu itekledi. Düştü ve sağ bacağını kırdı. Bu olay hakkında daha sonra şöyle yazacaktı, "Üzerimde yaptıkları talimler dayanamayacağımı düşündükleri zamana kadar devam etti. Beni bir ay boyunca hiçbir yardım alamayacağım tel bir sundurma üzerinde yatırdılar." En sonunda röntgen çekileceği ve bir baston verileceği askeri bir hapishaneye yatırıldı. "Bedenimin kırık yüzünden tedaviye ihti-

yacı vardı." (Nitekim Massera, geri kalan hayatını bir ayağı diğerinden kısa olarak geçirmiştir.)

Özgürlüğün Cezası (Penal de Libertad – ironik olan adını aynı isimli bir kasabanın eteklerinde bulunmasından alır) olarak bilinen hapishanede 9 buçuk yıl tutuklu kaldı. Hücreler çift kişilikti. Uğraşılarına ise günde bir saat izin veriliyordu.

> Bu sayede sporla ilgilenebiliyorduk, benim gibi bununla ilgilenmeyenler, bir başka hükümlü ile sohbete dalarak yürüyordu. İnsan ilişkileri hücrelerde son derece kısıtlıydı... Hücrelerde, izin verildiğinde mahkûm yakınlarının oluşturmuş olduğu iyi bir kütüphaneden kitaplar okuyabiliyorduk. Tabii ki matematik kitapları da politik kitaplar gibi yoktu... Tuhaf ve anlaşılmaz sembollerden ne tür bir gizli mesaj alınacağı kim bilebilir?
>
> Birçok önemli başlıkta sohbet edebileceğim hücre arkadaşlarım komünist ve kontrgerillaları içerecek şekilde çeşitliydi. (Komünistler, varoş gerillalara ait hareket olan kontrgerilla



Resim 3-4. José Luis Massera.

taktiklerini reddediyorlardı.) Bir kâğıt fabrikası işçisi olan komünist biri benimle yıllarca hücre arkadaşı oldu ve onunla çok iyi arkadaş olduk. Çok zeki ve içi içine sığmayan biriydi. Onunla en muhtelif konular hakkında konuşurduk. Ona, fizik, kimya, vb. konularda tutkuyla içine çektiği küçük kurslar verebildim. Başka hücrelerde Markarian ve Accinelli gibi genç matematikçiler vardı. Onları uğraş saatlerinde hücre dışına çıktığımda görebiliyordum. "İki artı ikinin her zaman dört olduğu doğru mudur?" başlıklı küçük matematiksel işler üretiyorduk ki bu matematikçi olmayan mahkûmların da ilgisini çeken ve merak uyandıran bazı riskler içeriyordu.

Tüm bunlar boyunca, eşim Martha da hüküm giymişti ve bir zamanlar manastır olan bir kadın hapishanesine gönderilmişti. 1979'a kadar orada üç yıl kaldı. Daha sonra, askerler tarafından talan edilen apartman dairemizi toparlayabildi.

Massera'nın kendi hayat hikâyesine, onunla üç yıl mahkûmiyeti paylaşan matematikçiler Elvio Accinelli ve Roberto Markarian tarafından yazılan *"Recuerdos (Hatıralar)"* isimli makalenin bir kısmını ekleyebiliriz.

> Ekmek veya alet taşıyan diğer hükümlü arkadaşlar cezalandırılıp tek hücreye atılma riskine rağmen büyük bir gözü peklikle, gizli ve küçük harflerle yazılmış el yazmalarını hücreden hücreye taşırdı."[9] O küçük kâğıtlar bir meydan okuma hissi ile dolaştırıldı ve Massera diyalektik, mantık ve matematik hakkında yazdı. Bunlar, bizde bilim ve kültürün zarar göremeyeceği gerçekliğinin pekişmesini sağladı. O dönem ve bulunduğumuz yerde düşünmek neredeyse tamamen yasaklanmıştı. Yazılı materyalin taşıdığı gerçek değerinin ötesinde, öyle veya böyle ne düşünüldüğünü göstermek bir gözü peklik ve yüreklilik hareketiydi.
>
> Ve o koşullar altında biz düşünebileceğimiz ve tartışabileceğimiz bir boşluk yakaladık. Bu, her şeye rağmen baskı altında olan birinin özgürce yaşadığı bir boşluk, bir araydı.

Bir gün, Lipman Bers (daha sonra Amerikan Matematik Topluluğu'nun başkanı olacaktı) tarafından gönderilen ve Massera'ya ithaf edilen *Hilbert'in Problemleri* adlı kitabı diğer hapis arkadaşlarınca da görüldü. Massera'ya hücresinde bu kadar muhteşem bir hediyeyi alması için bazı uluslararası organizasyonlarının üzerinde ne kadar baskı yapıldığını kim bilir.[10] Hapishane nöbetçilerinin izin verdiği bu tür bir kitap için ne kadar merhamet gösterildiğini kim bilir.

Komünist olmak çok tehlikeliydi. Ve orada matematikçi olmak da çok tehlikeliydi... Bu birleşik hikâyenin elebaşları olarak hayat ve matematik bizi bir arada tuttu... Bilimsel arenanın ötesinde, Massera bizim için bir öğretmendi. Aynı zamanda keyifli anlar paylaştığımız bir arkadaştı.

Bugün bunlar hakkında neredeyse hiç yazmıyor ve konuşmuyoruz. Bununla beraber bazılarının "boş" sandığı o yılları yüzümüzde bir gülümseme ile hatırlıyoruz. Fakat ne yaşadığımız acıyı ne de deneyimlediğimiz hayatı öğrenme durumunu unutuyoruz. Bunu söylemek garip gelecek ama hapishane ve izolasyon günlerinin üzerimizde pozitif etkileri oldu. O dönemin izi olmadan şu an kim olduğumuz olmayacaktı.

Fransa'daki Laurent Schwartz, Birleşik Devletlerdeki Lipman Bers ve Chandler Davis, Kanada'daki Lee Lorch ve Israel Halperin tarafından yürütülen uluslararası bir kampanya yıllarca sürdü. Ve 3 Mart 1984'te Massera serbest kaldı. Bunun sonunda "Evim tebrik etmeye gelen yüzlerce arkadaşım tarafından aylarca doldu taştı" demiştir.

Düşüncelerim Özgürdür

Hapishanede geçirdiği süre boyunca, iş yaşamında konfor ve avuntu bulan tutuklular yalnız matematikçiler değildir. Isidore Abramowitz, *"Meşhur Tutuklular (The Great Prisoners)"* adı altında yayımladığı muhteşem kitabı için Sokrates ile başlayan ve

20. yüzyıl mahkûmları ile son bulan kadın ve erkeklere ait mektuplar ve kanıtları toplayıp bir araya getirmiştir. Bu dokümanların bir kısmı, zalimce hapsedilmiş yazarlar, filozoflar ve siyaset adamları için makul gerekçeler göstermektedir. Fyodor Dostoevsky gibi diğerleri, kendi aile üyeleri veya halkı ile ilgili deneyimlerini hapisteyken yazmıştır. Bu gruplara dâhil olan tüm bu matematikçiler, erkekler ve kadınlar için benzerlik, kâğıt ve kalem bulduğunda, içinde bulundukları korkunç ortamdan kaçış için bir yol bulmalarıydı.

İngiliz yazar Oscar Wilde yazılarında ve davranışlarında duyumculuğu aradı, fakat eşcinselliği için zor bir bedel ödedi. Bir aşığının babası tarafından iğfal etmekle suçlandı ve mahkemeye çıkarıldı. Davayı kaybetti ve hapishaneden çok zor iki yıl geçirdi. Bir arkadaşına yazdığı mektupta şundan bahseder:

> Anlatımın bir sanatçı için hayatın en önemli ve tek şeyi olduğunu size hatırlatmama gerek yok. Birçok şey haricinde, en çok sürekli ve istediğim kadar uzun yazmak için izin verdiklerinden dolayı hükümete teşekkür etmeliyim. Yaklaşık iki yıldır, büyük bir kısmından kurtulduğum elemin acılığını büyütüyordum. Hapishanenin diğer tarafında, isle lekelenmiş gibi görünen birkaç zavallı ağaç var. Bunlar neredeyse keskin bir yeşille tomurcuk çıkarıyorlar. Onların nereden yol aldıklarını gayet iyi biliyorum. Kendilerini ifade edecek bir yol buluyorlar.[11]

Bu çeşitlilik gösteren hükümlüler, en korkunç koşullar altında iç dünyalarını besleme yeteneğini paylaşırlar. Koşullar onların tutku ve bilgilerini kullanmaya izin verdiğinde, bu onların hayatta kalması için bir imkân yaratır.

Manevi yükseliş ile dolu bir hikâye ile bitirelim. Gençliğinde Erdős Anonymous Group'un bir üyesi olan Pál Turán, Erdős ile matematik hakkında yazışmaya devam edebildiği faşist bir köle kampına mahkûm olarak kapatıldı. Turán'ın da arasına katıldığı Macar köle kuvvetleri, askerlerin operasyonlarını desteklemek

için oluşturulmuştu. Bunlar düzenli ordu için eline silah verilemeyecek olan siyasi suçlu, çingene ve Yahudilerden oluşuyor ve bazı askeri subaylara hizmet ediyorlardı. Demiryolu raylarını silmek ve muharebe bölgesindeki binaları düzenlemek gibi işlerde çalıştırılıyorlardı. Savaş başladığında tümü, silahları olmadığından, saldırıya karşı savunmasız kaldılar; çok fazla sayıda kişi öldüler. Turán için bunlar çok büyük bir acı kaynağıydı, fakat o bir mülteci olarak matematik problemi çözerek çalışmaya devam etti.

> Eylül 1940'da ilk defa çalışma kampında çalışmaya çağrıldım. Bir yapının rayları için çalışmak üzere Transilvanya'ya götürüldük. İşimiz çelik rayları taşımaktı. Bu çok zor bir görev değildi, fakat herhangi bir izleyici bile bu işi acemice yaptığımızı görebilirdi. Bir keresinde bir arkadaşım açık bir şekilde ismimi söyledi. Bir subay yakınımızda ayakta dikiliyor ve bizim işimizi yapmamızı izliyordu. Benim adımı duyduğunda arkadaşıma matematikçi olup olmadığımı sordu. Daha sonra bu subayın Joseph Winkler adında bir mühendis olduğu ortaya çıktı. Gençliğinde bir matematik yarışmasına katılmıştı. Sivil hayatta, Matematiksel ve Doğal Bilimler olan



Resim 3-5. Pal Turan ve Vera Sos, Macar çifti.

periyodik bir yayının basılmasında düzeltmendi. Orada bazı metinlerimi görmüştü. Benim için tüm yapabildiği, demiryolu binalarında kullanılan tomrukların depolandığı bir yerde kalınlıklarına göre odunların sınıflandırması işinde görevlendirmek oldu. Görevim gelenlere istenen ebatta tomrukların gösterilmesiydi. Bu o kadar kötü değildi. Çok güzel bir manzara vardı ve temiz havada tüm gün boyunca yürüyebiliyordum. Ağustosta üzerinde çalıştığım bir matematik problemi aklıma geldi, fakat düşüncelerimi dökeceğim bir kâğıdım yoktu. Bundan sonra kurallara uygun bir problemim daha aklıma geldi ve bunun, o günün koşullarına en uygun problem olduğunu hissettim. Bir sonraki birkaç gün içinde hislerimi tam olarak tanımlayamıyordum. Son derece olağandışı bir problemle uğraşmanın verdiği zevk, bunun güzelliği, çözüme derece derece yaklaşma ve sonunda çözümü bitirme bu günleri gerçekten kendinden geçmiş olarak hatırlamama sebep olmuştur. Entelektüel özgürlük hissi, yapılan zulüm ve baskıya rağmen belli bir uzamda ruhen özgür olmak kendinden geçip mest olma haline eklendi.[12]

Turán'ın bu mest olma haliyle ilgili söylediklerinden sonra söylenecek herhangi bir söz bu doruk hali karşısında hafif kalır. Fakat biz tutuklu matematikçilerin diğer bilimcilere göre avantajlarını göstermenin sonuna geleceğiz. İzdüşümsel geometride kendini kaybeden Poncelet sadece kalem, kâğıt ve Politeknik Enstitüsi'ndeki anılarına ihtiyaç duyuyordu. Turán kâğıt ve kalem olmaksızın kombinasyonel özdeşlikler ve tahminlerden oluşan dünyasını yeniden yaratabildi. Vladimir Arnold'a göre matematik sadece "fiziğin deneylerin ucuz olduğu bir koludur. Bir laboratuvar veya bir kütüphaneye ihtiyaç yoktur, sadece zihniniz ve onun kapsadıkları" önemlidir.

Kaynakça

Abramowitz, Isidore (1946). *The great prisoners* (Büyük mahkumlar. New York: E.P. Dutton.

Albers, Don (2007). John Todd–Numerical mathematics Pioneer. *College Mathematics journal* 38(1),11.

Elvio Accinelli & Markarian, Roberto (1996). *Recuerdos* (Anılar). Frank Wimberly tarafından tercüme edilmiştir. *Centro de Estudiantes de Ingeniería* (Mühendislik Öğrencilerinin Merkezi).

Bell, E. T. *Men of mathematics* (d'analyse et de geometrie uygulamalarına Poncelet'in girişinden alıntı yapılmıştır)

Ballobás Bélla versiyonu (1986). *Littlewood's miscellany* (Littlewood'un derlemeleri). Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları.

Choi, M.D. & Rosenthal, P. (1994) A survey of Chandler Davis, *Linear Algebra and Its Applications* (Cahndler Davis'in Araştırması, Lineer Cebir ve Uygulamaları) 208/209, 3-18.

Dyson, F.J. (1988). A walk through Ramanujan's garden (Ramanujan'ın bahçesinde bir gezinti). G. E. Andrews versiyonu. Boston: Academic Press sayfa 7-28.

Helly, Eduard. MacTutor on-line mathematics biography (MacTutor on-line matematik biyografisi)

Kerrich, J.E. (1946). *An experimental introduction to the theory of probability* (Olasılık teorisine deneysel bir yaklaşım) Copenhagen: Einar Munksgaard.

Leray, Jean (2000). *Notices of the American Mathematical Society* 47(3), 350-359.

Massera, J. L. (1998) *Recuerdos de mi vida academia y politica* (Akademik ve politik hayatımın anıları). 6 Mart 1998'de Mexico City Ulusal Anrtopoloji Müzesi'nde verilen bir konferans ve Jose Luis MASSERA: The Scientist and the man(Jose Luis Massera: Bilim adamı ve insan)'da basılmıştır. Montevideo, Uruguay: Mühendislik Fakültesi. Frank Eimberly tarafından tercüme edilmiştir.

Massera, J. L. & Schaffer, J.J. (1966). *Linear differential equations and function spaces* (Lineer Diferansiyal eşitlikle ve fonksiyon uzamları). New York: Academic Press.

Radó, Tibor. MacTutor on-line mathematics biography (MacTutor on-line matematik biyografisi)

Reitberger, H. (2002). Leopold Vietoris (1891-2002) *Notices of the American Mathematical Society* 49(10), 1232.

Roberts, S. (2006). *King of infinite space* (Sonsuz Uzayın Kralı). New York: Walker and Company.

Rota, G. C. (1990). Indiscrete Thoughts'da "The Lost café" ((Toplu halde düşünceler: Kayıp kafe). Boston: Brikhuaser.

Schwartz, L. (2001) *A mathematician grappling with his century* (Yüzyılı ile uğraşan matematikçi) Basel:Birkhauser.

Sigmund, A. M., Michor, P., & Sigmund K. (2005). Leray in Edelbach. *Mathematical Intelligencer* 27(2), 41-50.

Turan, P (1997). Note of welcome. *Journal of the Grap Theory* 1(1), 1.

Weil, A. (1992). *The Apprenticeship of a mathematician* (Bir matematikçinin çıraklık dönemi) Boston: Birkhauser.

+4+

Bağımlılık Olarak Matematik: Sonuna Dek Mantığı İzlemek

"Çılgın olmak büyük bir matematikçi olmaya yardımcı olur mu?" sorusu bazen sorulur. En basit ve kolay cevap: "tabii ki hayır." Bir üniversitenin matematik bölümünde çalışmak ya da Amerikan Matematik Topluluğu'nun toplantılarına katılmak yaygın normalliği incelemeye yardımcı olmaz. Kimyager veya jeologlar veya İngilizce profesörleri ile karşılaştırıldığında, hâlâ, matematikçiler için farklı bir şey olduğu söylenebilir. Göze çarpacak kadar aykırı, çok tuhaf ve antisosyal anlamına gelen "Çılgın ya da deli" demek mümkündür – yine de matematik profesörü olarak bir işi vardır. Belki endüstriyel matematikçi olarak bazı organizasyonlarda da yer alabilir. Zor problemleri çözmekte gerçekten iyiyseniz ve ne yaptığınızla ilgili diğer insanları ikna edebilecek kadar iletişim kurabiliyorsanız, birçok üniversitede gece boyu çalışıp öğlene dek uyumanıza veya saçlarınızı taramamanız veya ayakkabı bağcıklarınız açık bir şekilde gezmenize kimse ses çıkarmaz. Beyin cerrahları veya kimya mühendislerinin kongrelerinde rastlanmayan, belli bir teklifsizlik ve algılanabilir şapşallık matematik toplantılarında karşımıza çıkar. Diğer çoğu akademik veya profesyonel topluluklarla kıyaslandığında matematik topluluklarında rahatlığın standartları, toplumsal adetlere bağlılık ve resmiyet, daha liberal ve toleranslıdır.

Tabii ki, matematikçi gerçek zihinsel bir hastalığa yenik düşmüş olabilir. Sylvia Nasar'in kitabı olan ve sonra da Holywood'da

sinemaya aktarılan *Akıl Oyunları (A Beautiful Mind)* aracılığıyla John Nash'in durumu meşhur olmuştur. Erken yaşta parlak bir kariyerden sonra, Nash paranoid şizofreniden dolayı işlev göremez hale gelmiştir. Nihayetinde Nobel ödülü alacak kadar toparlanmıştır. Matematiksel dehası ve deliliği arasındaki ilişkiyi, varsa, çözmek çok zor olmalı.

Son bölümde bahsettiğimiz gibi, kendileri için bir avuntu veya kurtarılma sağlayan büyük bir stres altında bazı matematikçiler disipline olmuşlardır. Denge duygusundan yoksun diğerleri, hayatlarının tek odak noktasını matematik yaparak kendilerini riske atmışlardır. Bazı matematikçiler için bunun, yıkıcı bir bağımlılık olduğu görülmüştür. Bazı durumlarda, sanrılarında bir şekilde matematik stili veya tadı vardı.

İlk örneğimiz açık ara en önemlisidir ve bu bölümün yarısı onun hakkındadır. Alexandre Grothendieck zamanının önde gelen matematikçilerinden biridir. Cebirsel geometrinin modern tanımları üzerine yaptığı çalışmalar ile ünlüdür. Potensiyel olarak bağımlı olduğu matematik üzerine sorduğu sorular haricinde, 20.yüzyılda Avrupa'da büyük felaketler getiren savaşlar ve zulümden kaynaklanan psikolojik yıkımlar hakkındaki sorularıyla hayat hikâyesi gerçekten büyüleyici ve şaşırtıcıdır. Birçok matematikçinin tersine, Grothendieck uzun uzadıya duyguları hakkında da yazmıştır. Açıkça görülen bu his ve deneyimlerini paylaşma zorunluluğu ile kaynaklarının ve buluşlarının yönünü tanımlama isteği, temelini, yalnız geçirdiği çocukluk dönemlerinden almış olabilir.

Onun başarılarını ve kasvetli kuruntulara düşüşünü tarif ettikten sonra, diğer matematikçilerdeki suç teşkil eden veya intihara eğilimli deliliğin beş farklı durumunu göstereceğiz. Ki bazı matematikçilerin şiddet içeren bu eylemlerinin "mantıksal" olduğunu da kanıtlarıyla sunacağız. Tabii ki, bu bölümde tartıştığımız diğer matematikçilerin hiçbirisi, büyük matematik yaratıcıları olarak Grothendieck ile karşılaştırılamaz. Buradan

çıkacak ders şudur: sakıncalı koşullarda savunmasız beyinler için matematik hakikaten tehlikeli olabilir.

Ona miras kalan devrimci isyanından başlayarak son olarak trajik biçimde matematik topluluğundan yabancılaşmasına kadar Alexandre Grothendieck'in şaşırtıcı hikâyesine şimdi geri dönelim. Bu kitap yazılırken Alexandre Grothendieck, Pirene dağlarında gözlerden uzak bir kasabada barış yanlısı bir münzevi olarak yaşıyordu. 1950'lerden 1970'lere kadar geçen sürede Grothendieck fonksiyonel analiz ve cebirsel geometriyi yeniden şekillendirdi. 1970'de matematik dünyasının meşhur enstitülerinden, onları ahlaksız ve kötü niyetli olmakla suçlayarak geri çekilmeye başladı. Fakat 17 yılda yeni matematiksel işlemler yaratmaya devam etti.[1]

Grothendieck'in yarattığı matematiği anlamak için cebirsel geometri ve kategori teorisinde ciddi bir hazırlık gerekmektedir. Biz sadece kısmen ve tamamlanmamış bir tercüme sunabiliriz. Biz, Roy Lisker[2] tarafından kısmen tercüme edilen *Récoltes et Semailles (Hasat ve Ekim-Reaping And Sowing)* adlı 1000 sayfalık ünlü veya kötü ünlü çalışmalarından yardım aldık. Bu çalışmalarda kişisel ve matematiksel düşüncelerini yansıtmıştır. Allyn Jackson bundan, "Yapılan zor işin kendisini ve dünyayı anlamak için muhteşem ve bazen korkutucu bir zekânın ortaya koyduğu yoğun ve çok katmanlı bir çalışma" olarak söz eder. İlk bakışta tarif edilemez şeyleri tanımlamada çoğunlukla başarılıdır.[3] Jackson'un parlak otobiyografisi ve takdiri, Leila Schneps'ın materyalleri ve Grothendieck dairesi ile birlikte bizim sunumumuza katkıda bulunmuştur.

Erken Zamanlar

Alexandre Grothendieck'in babası, Alexander (Sasha) Shapiro şu an Rusya, Ukrayna ve Belarus'un kesiştiği sınırlarda kalan küçük bir kasaba olan Novozbkov'da, Ortodoks Yahudi bir anne babanın çocuğu olarak 1890'larda doğmuştur. 17 yaşındayken

başarısız olan 1905 Rus Devrimi'nde yer almakta tutuklanmıştır. Gençliği sayesinde ölümcül hapis cezasından kurtulmuştur. Birkaç defa kaçarak ve yeniden yakalanarak Sibirya'daki hapishanede 10 yıl geçirdi. Polis tarafından yakalanmamak için intihara teşebbüs ederken bir kolunu kaybetti. 1917'deki salıverilmesinden sonra, Lenin tarafından yasaklanan sol görüşe ait Sosyalist-Devrimci partisine lider oldu. Daha sonra başarısız olan bazı Avrupa devrim hareketlerine katıldı. 1920'ler boyunca, Almanya'daki Hitler ve Nazilere karşı silahlı çatışmalarda yer aldı. Sokak fotoğrafçısı olarak geçimini sağladı. Berlin'de Hanka (Johanna Grothendieck) ile tanıştı. Hanka, Hamburg'daki Luther yanlısı burjuva ailesinden kaçarak öncü radikal hareketin bir parçası olmuştu. 28 Mart 1928'de Alexandre isimli oğlu oldu.

1933'te Hitler iktidara geldiğinde, Sascha Paris'e kaçtı, Hanka hemen arkasından onu takip etti. 5 yaşındaki oğlu, Alexandre'yi, Hristiyan idealist Wilhelm Heydorn tarafından Hamburg civarında yönetilen özgürlükçü okula sakladı. Heydorn'un karısı Dragmar, daha sonra genç Alexandre'yi "çok özgür, tamamen dürüst ve baskılara karşı korkudan yoksun" olarak anlatmıştır. *Récoltes et Semailles (Hasat ve Ekim-Reaping And Sowing)* adlı çalışmasında o günleri Alexandre ise şöyle anımsar, "*Küçük bir çocukken okula gitmeyi çok seviyordum. Okulda sıkıldığımı hatırlamıyorum. Sayıların, kelimelerin, işaretlerin ve seslerin bir büyüsü vardı. Ve şiirin büyüsü. Şiir yazarken kelimelerin ötesine geçen bir gizem ortaya çıkıyordu... Bir süre söylediğim her şeyde bir kafiye vardı... parlak olarak adlandırılan bir öğrenci değildim. Bütün diğer şeylere karşı zararlı olsa da, öğretmenimin takdirini kazanmaksızın, beni ilgilendiren şeye kendimi verirdim.*"

Anne ve babasından ani ayrılışı onun için travmatikti. 6 yıl ayrı kaldılar. 1939'da savaş yaklaşıyor ve siyasi baskı artıyordu. Heydornlar manevi evlatlarını daha fazla saklayamayacaklardı. Grothendieck özellikle zor bir durumdu – Yahudilere benziyordu. Dagmar, Hamburg'daki Fransız konsolosluğu aracılığı ile Paris'teki Shapiro ve Nimes'teki Hanka'ya ulaşmayı başardı. 11

Mayıs 1939'da 11 yaşındaki Alexandre, Hamburg'tan Paris'e giden bir trene yerleştirildi.

Sascha ve Hanka 1936'da İspanya'ya gitmişlerdi. Orada Sascha, Franco'nun faşistlerine karşı sivil savaşta anarşist milis kuvvetleri ile beraber çarpıştı. Aldıkları mağlubiyetten sonra Sascha ve diğer krala sadık savaşçılar Fransa'ya kaçtılar. 1939'da Alexandre, babası Fransa'nın en kötü hapishanesi olan Le Vernet'e konmadan önce, anne ve babası ile kısa süre birlikte zaman geçirdi. Ekim 1940'da Fransa'nın teslim olmasından sonra hükümet tarafından Auschwitz'deki kamplara öldürülmek üzere gönderildi. Alexandre ve annesi yapabildiklerinin en iyisini yaparak hayatta kalabildi. Çalışmalarında Grothendieck bu günlerden şöyle bahseder:

> 1940'da Fransa'daki okulumun ilk yılında annemle beraber Mende yakınlarındaki Rieucros'taki toplama kampına atıldım. (Hanka daha sonra öleceği 1957 yılına kadar acı çekeceği verem hastalığına bu kampta yakalanmıştır.) Savaş zamanıydı ve biz yabancıydık – "istenmeyenler" olarak ilan ettikleri kişilerdik. Fakat kamp yönetimi sıra çocuklara gelince farklı bir yol izliyordu... Ben yaşça en büyük ve okula kayıtlı tek çocuktum. Eğer bulursam şanslı olduğum, içi suyla dolan ayakkabılarla yağmurda, rüzgârda ve karda 4 ya da 5 km uzaklıktaki okula gidiyordum. Savaşın son yıllarında, annem hâlâ tutukluyken Lignon yakınlarındaki Chambon'da "Secours Suisse" tarafından yönelten bir yetimhaneye yerleştirildim. Çoğumuz Yahudi'ydik. Yerel polis tarafından Gestapo'nun etrafı kontrol edeceği uyarısını aldığımızda bir iki geceliğine yakınlardaki ormanlık alana giderdik... Cevennes'in bu bölgesi Yahudiler tarafından saklanmak için kullanılıyordu. Yerel halkın dayanışması sayesinde birçok Yahudi hayatta kalabildi.[4]

Cevenol Kolejinde, Alexandre çok zeki ve her zaman düşüncelere, okumaya ve yazmaya dalmış olmasıyla hatırlanır. Ateşli

bir satranç oyuncusu, gürültücü, sinirli ve ters bir gençti. Arkasında bıraktığı çalışmalarda bu günlerde gelecek yıl gerçekten ilginç bir şey öğrenebileceğini umut ederek, o yılın ders kitaplarını eline geçer geçmez büyük bir hevesle bitirdiğini hatırlar. "... İlk matematik denememi hâlâ hatırlayabiliyorum. Öğretmen buna zayıf not vermişti. Üç durumda üçgenlerin benzerliğinin kanıtlamasıyla ilgiliydi. Benim kanıtım ders kitabında öğretilen resmi bilgi gibi değildi. Hepsi aynıydı, kanıtımın kitaptakinden ne daha fazla ne de daha eksik olduğunu biliyordum. Bu adamın kendisi için, tren dolusu muhakeme değerini yargılamada beceriksiz ve isteksiz olduğu çok açıktı."[5]

Mayıs 1945'de savaş bittiğinde, annesi ile birlikte Montpellier'in dışında yaşadı. Burada üniversiteye başvurdu. Kendisine az zaman kalıyordu ama tüm bu süre boyunca bazı fikirlerini geliştirdi ve bilmeden klasik matematiği yeniden keşfetti. 1948 sonbaharında, yanında Montpellier'deki cebir hocasından aldığı tavsiye mektubunu Henry Cartan'a götürmek üzere Paris'e gitti. Cartan'ın seminerleri École Normale Superieure'dan mezun en parlak ve agresif matematikçileri büyülüyordu. Grothendieck bilinmeyen bir yabancı olmasına ve taşradan yeni gelmesine rağmen, onların arasına kabul edildi ve yeteneğinin önemi anlaşıldı. Nitekim tanışmış olduğu genç adamlardan bazıları ile işbirliği yapacaktı. Bununla beraber Montpellier'deki çalışmalarının yetersizliği görüldüğünde, daha az baskı bir ortamda daha iyi çalışabileceği görünüyordu. Bu sebeple Laurent Schwartz'ın altında çalışmak için Nancy'e gitmesi tavsiye edildi. İzole edilmiş akademik ortamda çalışan Laurent Schwartz'a göre "Nancy'e gelen en olağanüstü hediye Alexandre Grothendieck bedenine bürünmüştü."[6]

Schwartz ve eşi Helene, bu yeni iş arkadaşlarına, çoğunlukla yabancı olarak yaşamış genç bir adam tarafından nadiren deneyimlene bir duygu yaşattılar. Matematiğin ötesine ilgisi olan insanlara önem veriyorlardı. Burada Schwartz'ın siyasi tarihini anlatmak için bir parantez açıyoruz. Schwartz gençliğinde aktif

bir Troçkistti. 1943'te, hem Yahudi hem de Troçkist olarak saklanırken, durumunu şöyle anlatmıştır, "Hayat daimi seri tehlikelerin olduğu bir yer haline gelmişti. Gözlerinizi açık tutmak ve aklınızı başınıza almak zorundaydınız. Bu yüzden bu dönemde matematiksel araştırmalarımı durdurmaya karar verdim. İhtiyatlı olma halimi gevşetecek oyalayıcı araştırmalardan kendimi çektim." Geri kalan hayatında Schwartz insan hakları konusunda lider bir aktivist oldu. Hem Fransa'nın Mısır ve Hindu-Çin'deki sömürgeci savaşlarına, hem de Stalin ve faşist baskı politikalarına karşı çıkmıştı. Mısır'daki savaşa karşı aldığı tavır yüzünden ondan intikam almak isteyen Gizli Silahlı Organizasyon (OAS) yaşadığı apartman dairesini plastik bombalarla patlattı.[7]

Grothendieck, Schwartz'ın öğrencisi olarak, onun ünlü yayılma teorisini içeren büyük bir genelleme ve çıkarımlarından oluşan 300 sayfadan uzun bitirme tezini yazdı. Schwartz bunu, "çok büyük bir değerin başyapıtı" olarak değerlendirmiştir. Alexandre bunun için şöyle yazmıştır, "Zordu. Altı ay boyunca üzerinde durmaksızın çalıştım. Ne iş, ama ne zevkti."[8] Bu çalışma, Bourbaki ekolünün hüküm sürdüğü okullarda fonksiyonel analizin ana dönüşümünü üretir hale geldi. Fakat Courant Enstitüsü gibi daha çok uygulama odaklı yerler daha geleneksel olan Banach ve Hilbert uzanımında yoğunlaşmaya devam ettiler. Bununla beraber Grothendieck vatandaşlığı olmadığından ve vatandaşlığı prensip gereği ret ettiğinden herhangi bir Fransız üniversitesinde çalışamazdı. Üniversite üyesi olarak Paris'te birkaç yıl geçirdi. Daha sonra Sen Paulo, Brezilya'daki bir üniversitede eğitim verdi. 1955 yılının bir kısmını Birleşik Devletlerdeki Kansas ve Chicago'da geçirdi. Daha sonra Fransa'ya geri döndü ve burada düzenli bir işi olmaksızın üniversite hocası arkadaşları tarafından geçimi sağlandı. Bu dönem ilgisini analizden geometriye çevirdiği zamandır ve şöyle yazmıştır, "Kendimi bir tür fazladan zenginlik içeren 'vaat edilen topraklarda' bulmak için sert ve kuru steplerden kaçmışım gibi hissettim. Hem araştır-

mak hem toplamak için elimi üzerine koyduğum sonsuzlukta çoğalıyordum."[9]

İlk olarak 1957'de Paris'te ve daha sonra Paris'in güneybatı sayfiyesinde bir tepede Princeton's Institute for Advanced Study'nin Fransız mevkidaş üniversitesi Institut des Hautes Etudes Scientifiques'de (IHES) basıldı. Grothendieck ve Jean Dieudonné iki matematik profesörü olarak seçildiler. IHES Fransız hükümetinin bir parçası olmadığından Grothendieck'in vatansızlığı önemli değildi.

Annesi Hanka uzun yıllardır tüberküloz ve ağır depresyon yüzünden yatalaktı. O ve Alexandre ayrı büyümüşlerdi. Kişisel yazılarında anne imgesi, hayatın ve yaratıcılığın kaynağı olarak belirirdi. Son aylarında o kadar çok acı içindeydi ki Alexandre'nın hayatı son derece zorlaştı. Annesinin Alexandre'dan bir hayli büyük, Mireille isminde yakın bir arkadaşı Hanka'nın son aylarında ona yardım etti. Mireille, Alexandre'nin güçlü kişiliğinden büyülendi ve ona âşık oldu. Hanka Aralık 1957'de öldü. Onun ölümü Alexandre'yi öyle perişan etti ki birkaç ay matematiği bıraktı. Fakat daha sonra matematiksel araştırmalarına geri döndü ve Mireille ile evlendi.

1958'de Oscar Zariski, Grothendieck'i kendisini Harward'da ziyaret etmesi için davet etti. Fakat ABD vizesi alabilmek için, ABD hükümetini alaşağı etmek için çalışmayacağını belirten bir yemin imzalamak zorundaydı. Bu Grothendieck'in yapmayı ret ettiği bir şeydi. Zariski ona, Grothendieck'in bakış açısının onu hapishaneye düşürebilecek olmasıyla ilgili bir yazı yazdı. Grothendieck kitap ve öğrenciler tarafından yapılan ziyaretler olduğu sürece kendisi için bunun bir sorun olmadığı şeklinde cevap verdi. Şubat 1959'da Mireille, ilk çocukları Johanna'yı dünyaya getirdi.

Mart 1959'da Grothendieck IHES'te cebirsel geometri üzerine seminerler vermeye başladı. Aniden ortaya çıkan fikirlerini hem yazışarak hem de yüz yüze paylaştığı Jean-Paul Serre ile işbirliği içeresinde, Jean Leray ve André Weil tarafından ortaya

konan düşünceler üzerine inşa ettiği yeni fikirler üretmekteydi. Bu dönemde 10 yıl boyunca 365 gün, 12 saat çalıştığı söylenir. IHES'teki ofisinde duvara babası Sascha Saphiro'nun bir portresini asmıştır. Bu odanın tek dekoruydu. 1961'de eşi Mireille ile Harvard'ı ziyarete gitti. Temmuzda, babasının ölümünden sonra Sascha olarak çağrılacak oğlu Alexander doğdu.

Kendini matematiğe verdiği bu yıllar boyunca Grothendieck, daha büyük dünyaya ve siyasete çok az zaman ayırmıştır. Pek az gazete okurdu. Fakat Mısır'ın Fransa'ya karşı isyanının patlak vermesi ile değişti. 5 Ekim 1961'de Mısırlı Fransız Müslümanların sokağa çıkma yasağı vardı. 17 Ekim'de binlerce Mısırlı Paris sokaklarına döküldü. O gün polis toplu katliam yaptı ve düzinelerce kanlı bedeni istiflenmiş olarak sokaklarda veya Seine nehrinde yüzerek sürüklenmeye bıraktı.

Mısır'la savaş yılları boyunca, Grothendieck askeriyeden matematik öğrencileri için özel muafiyet talebine karşı çıktı. Daha sonra Serre'ye şöyle yazmıştır, "Bundan daha iyisi var; tüm bu olanlara vicdanı ile karşı çıkma, ordudan firar etme, sahtekârlık ya da doğru insanı tanıyarak bu geri zekâlılıktan paçayı kurtarmayı başarmış insanlar da var."[10]

1965'te Mireille ve Alexandre'in üçüncü çocukları olan Mathieu doğdu. Bu dönemde Mireille onun masa başındaki lambası altında her gece çalıştığını söylemiştir. Kendisi de Grothendieck çalışırken kenardaki bir divanda yatıyordu. Zaman zaman uyandığında kocasını, sanki düşüncelerini daha hızlı oradan çıkarmak için eliyle kafasını yumruklarken görüyordu.

Grothendieck yeni fikirler yağdırdı ve Dieudonné onun yazıcısı olarak çalıştı. Grothendieck, çoğu 150 sayfadan fazla, yaklaşık 30 cilt IHES mavi serisinin yazarıydı. Jean Dieudonné ile işbirliği yaparak meydana getirdiği *Cebirsel Geometrinin Elementleri (EGA - Élements de Géométrie Algébrique) ve (SGA - Séminiare de Géométrie Algébrique)* 10.000 civarı sayfa içerir. Binlerce sayfa tutan başka çalışmaları da vardır. O kadar çoktular ki Grothendieck için bunları yazmak zordu; aşağı yukarı gö-



Resim 4-1. Alexandre Grothendieck.

nüllü ve yetenekli öğrenciler ve iş arkadaşlarından meydana gelen bir gruba ihtiyaç duyuyordu. Düşünceleri cebirsel geometriyi matematiğin en soyut ve teknik alanlarından birine dönüştürürken, devrimin yolda olduğuna dair bir his içindeydi.

Grothendieck'in Teorileri

Önümüzdeki birkaç paragrafta, matematikçi olmayan meraklılarında anlayabileceği çalışmalarıyla ilgili bazı fikirler vermeye çalışacağız. *Récoltes et Semailles (Hasat ve Ekim-Reaping And Sowing)* adlı kitabından kapsamlı bir şekilde alıntılar yapacağız. Bu alıntıların bazılarını geniş ölçüde kavramak zordur. Fakat bunlar Grothendieck'in kendi sözcükleridir! Literatürde profesyonel olmayanlar için bu düşüncelerin hikâyesini görmemekteyiz. Bazı okuyucular bu paragrafları atlamak isteyebilirler. Bu matematiğin saygıdeğer ince tadını almaya başlamak için, ilk önce "Matematikçiler neden negatif sayılara ihtiyaç duyarlar?" sorusunu göz önünde bulundurmalıyız. Çünkü ne olursa olsun daha büyük olandan herhangi bir tamsayı çıkarabilecek olmak istiyoruz. Daha sonra karmaşık sayılara da ihtiyacımız var. Çünkü ikinci dereceden ve kübik denklemlerin çözümleri, gerçek sayılar kümesiyle tamamen anlaşılamayacaktır. Bunu taki-

ben üç boyutlu uzayda cebirsel metotları kullanmak için vektörlere de ihtiyaç duyarız. Her bir aşamada daha zor problemleri çözmek için yeni sayı türleri yaratılmıştır.

Benzer şekilde André Weil'in üç yeni varsayımı yeni geometri türlerinin yaratılmasını talep eder. Grothendieck şöyle yazmıştır;

> Bu hayret verici varsayımlar, kişinin yeni kesikli değişkenleri (ya da uzayı) zihninde canlandırmasına olanak verir. O ana kadar görünmeyen bazı tür yapı ve argümanların olasılığı, analizciler tarafından dikkate değer bulunan sadece "uzaylar"ın iskeletinin dışı gibi düşünülebilir. Bunlara isimlendirildikleri gibi topolojik uzaylar denir (bunların içine sürekli varyasyonun nosyonu uygulanabilir.) Yeni geometrinin tüm bunların üzerinde olduğunu söylenebilir. Kapı komşusu gibi ve yakın yalnızlıkta ayrı düştüğü varsayılan iki dünya arasında bir sentez yapılmalıdır: bir kişinin bunlardan biri olan aritmetiksel dünya içinde "uzayları" kesintili olarak bulması ve diğer dünya olarak nitelendirilen sürekli büyüklüklerin dünyasında kelimenin geleneksel anlamı içinde "uzay". Bu iki dünyanın yeni vizyonunda, önceden ayrı, artık tek bir birimi kapsar. Bu Aritmetiksel Geometri'nin (benim tasarladığım yeni geometri) gelişmemiş vizyonu Weil'in varsayımlarında da görülür. Benim ana düşüncelerimin gelişmesinde bu varsayımlar, 1958 ve 1969 yılları arasında başlıca ilham kaynağım olmuştur.[11]

Weil'in varsayımları çok kesin ve belirlidir. Ve Weil bunları belli önemli özel durumlarda ispatlayabiliyordu. Fakat bunlar genelde olağanüstü zordu çünkü var olmayan yeni bir teori geliştirmeden çıkan yorumlar kesin değildi. Weil'in bir varsayımının ileri sürdüğü, sayıların çözümlerinin tam sayı olması gereken diofant denklemleri, sürekli fonksiyonlar için yapılmış bir tür cebir işlem ile bulunabiliyordu. Bir tarafta, arzulanan bilgi, diofant denklemlerinin çözümlerinin sayısı, tam sayılar dünyasına aitti. Diğer tarafta, iddia edilen çözüm, sadece kesik-

siz borular bağlamında (daire, halka ve bunların daha büyük ebatlı analogları) algılanan homoloji teorisinin bir parçası olan "Betti sayıları"dır. Çok büyük bir şey – sürekli ve ayrık sayıları bir araya getiren ve topolojide verimli ve güçlü olarak kullanılan homoloji ve kohomoloji mekanizmasını oluşturabilen genel bir teori gözden kaçıyordu. Bu tam sayıların uzak dünyası için geçerliydi.

Gözden kaçan teori uzayın geometrik nosyonunda genellemeye ihtiyaç duyuyordu. Matematikte birçok uzam göz önünde bulundurulur – Öklid ve Öklid-dışı uzamlar, sonsuzluktaki bir doğrunun bağlandığı tahmini düzlemler, hem düzgün hem de inişli çıkışlı eğrisel borular, Einstein-Minkowski uzay-zamanı, düğüm ve bantlar, fiyonk ve çoklu uzamlar fiyonklar, kuantum mekaniğinde kullanılan sonsuz ebatlardaki uzamlar... Bunların tümü, koşullar ve bir türün diğerine baskısına tabi olan nokta kümeleri olarak düşünülebilir. Fakat Grothendieck biraz daha fazla ileri gitmiş, noktasız uzamlardan bahsetmiştir. Noktasız uzamlardan bahsetmek ne tür bir algı oluşur?

Buradaki hile her şeyi cebire çevirmektir. Sırada, tabii ki Grothendick'in uğraştığından daha basit kendi örneğimiz var. Herhangi birisi, saf cebrin dışında, tanıdık bir geometrik uzam olan karışık düzlem (a+bi) şeklinde yazılabilen karmaşık sayılarla ifade edilen iki boyutlu noktalardan oluşan küme yaratabilir. a, b ve c'nin keyfi gerçek sayılar olduğu, $ax^2 + bx + c$ olan ikinci derecede polinomlardan başlayalım. Bu polinom setleri toplama ve çarpmada gerçek sayılara kapalıdır. Bu tür bir cebirsel yapı "halka" olarak adlandırılır. Daha sonra devam eden kabul görmüş bir şeyi buna uygulayalım: eğer bu iki polinom, özel bir polinomun $(x^2 + 1)$ katsayısı olarak değişebiliyorsa, bunları denklem olarak kabul edebiliriz. Başka deyişle, $(x^2 + 1)$'e sıfır deriz. $(x^2 + 1)$ katsayısının tüm kümeleri "ideal" olarak tanımlanır. Bu denklemsel ilişkide, "x"deki tüm polinomların oluşturduğu halka alt kümelerine ayrılır. Her alt küme, her biri kendisine eşit polinomal denklem içerir. Bu, her alt kümedeki

polinomların $(x^2 + 1)$ katsayısı ile farklılık gösterdiği anlamına gelir. Daha sonra bu denklemsel sınıfların birbiriyle toplanıp çarpıldığı doğal ve elverişli bir yol ortaya çıkar. Nitekim bu eşitlik sınıflarının cebirsel yapısı, karmaşık sayılar için izomorfiktir! *i*, -1'in karekökü, nereden gelir? Bir anlık bir düşünce bile bize $(x^2 + 1)$ sıfıra eşitse, x^2'nin -1 olacağını gösterir. Bu durumda (x)'in denklem sınıfının -1'in karekökü olan "i" yerine geçtiğini görürüz. Bu yüzden, belirli toplamsal ve çarpmasal özellikler ile donatılmış düzlemdeki noktalar kabul edilen karmaşık sayıların yerine polinomların cebri ile başlarız. Ve sonunda polinomal cebirden kompleks sayıların uzanımı kurmayı başarırız. Bu durumda üzerinde belirli bir eşitlik ilişkisinin olduğu polinomlardan oluşan bir halka bir uzam haline gelir.

Burada x'in gerçek bir polinomal olduğu özel bir halka üzerine çalışıyoruz. Daha genel bağlamda, sayı teorisinde diyofant denklemleri ile ilişkilendirilen problemleri de kapsayan durumlarda, toplama ve çarpma işlemleri ile bulunan halkadan cebirsel yapı bulunur. Gronthendieck'in fikri, kabaca söylemek gerekirse şunu vurgular; uzam olarak adlandırdığımız aksimatik özelliklerin inşa ettiği tüm süper yapıların meydana getirdiği halkalardan faydalanabiliriz.

Cebirsel geometri ve topolojide standart ve esas olan enstrüman, Jean Leray tarafından yaratılan "demet"tir. Her noktasından bir teğet doğrusu ile birleştirilmiş bir daire, demete en basit örnek olarak gösterilebilir. Bir sonraki örnek, değişken bir teğet düzlem ile her noktada bağlı 3-uzamdaki düzgün yüzeydir. Üçüncü örnek yine aynı düzgün yüzeyle ilgilidir. Fakat burada değişken bir teğet düzlem ile her noktada bağlı dikey bir doğrudan söz edilir. Nitekim (daha çok ebatlı küre veya halka veya çoklu-halka gibi) herhangi bir boru alınabilir ve her noktası bir düzlem, hiper-düzlem veya başka cebirsel yapıyla bağlanabilir.

Grothendieck, her bir geometrik objeyi, kabaca söyleyecek olursak, doğruları ve düzlemleri de kapsayan, mümkünse bağlı tüm cebirsel maddeler kümesi olan birbirine bağlı boruları göz

önünde bulundurdu. Tüm bu büyük yapıları aksiyomatik olarak tanımladı ve onlara "şema" veya "topose" dedi. Daha sonra da bu konu hakkındaki teorilerini kanıtlamak için matematiğin nasıl kullanılacağını gösterdi. Samuel Eilenberg, Saunders Maclane ve Henry Cartan tarafından geliştirilen "Kategori teorisi" olarak tanımlanmış yeni ve soyut bir matematik kolunu kullanarak bunu yapmak mümkündü. Kategori teorisi kümeler ile değil, tanımlanmamış maddeleri bağlayan funktorlar ("oklar") ile başlar. Aksiyomatik olarak Grothendieck'in "topose"ları, daha sonra, tüm mümkün demet yapılara sahip uzamlar olarak tanımlanabilir. Nokta yoktur. Sahip oldukları şey kohomolojidir ki bu topolojik uzamları tanımlamada kullanılan belirli cebirsel bir yapıdır.

Grothendieck'e göre bir teorem her bir detayı ile doğru olmalıdır. Şimdi onun çalışma biçimini nasıl açıkladığına bakalım: "Aklıma gelen ilk benzetme, yumuşatıcı bir sıvının içine daldırılan fındık gibidir ve niye basit olarak su değil? Zamanla o kadar çok kurcalıyorsunuz ki sıvı daha iyi bir şekilde içine işliyor, ya da zamanın geçmesini bekliyorsunuz. Haftalar ve aylar boyunca kabuk daha elastik hale geliyor – zamanı geldiğinde ve elinizin basıncı yeterli olduğunda, kabuk olgunlaşmış bir avakado gibi mükemmel bir şekilde açılıyor!"

Gronthendieck şöyle yazar, "yeni geometrinin başlamasına ve gelişimine en fazla katkıda bulunan iki güçlü fikir, "şema" ve "toposa"lardır. "Şema kavramı çocuk oyuncağı kadar basittir, o kadar basit ki benden önce hiç kimse onu ciddiye almaya cüret etmemiştir."[12]

Grohendieck, demetler hakkında aşağıdaki gibi düşünür;

> İyi-kötü çeşitli ağırlık ve ölçüler genel fonksiyona hizmet etmek için düzenlenir. Metrikleştirmenin herhangi bir çeşidine uçup giden sis gibi dayanmaya çalışan o yayılmış uzaylara bağlanan "ölçü" (topolojik sabitler olarak bilinir) icat edilmiştir... Bu sabitlerin en eski ve en önemlisi, uzayla ilişkilendirilen kohomoloji denen çeşitli gruplardan (ya da

"uzaylar"dan) oluşur... Bunlar, onlara anlam veren Weil varsayımlarında yer alan (doğal olarak"doğrular arasında") Betti sayılarıdır. Bu sabitlerin soyut cebirsel sabitlerle birleşme olasılığı bu varsayımların içine girer... bu, ancak umabileceğimiz bir şeydi.

Grothendieck şöyle devam eder:

Leray'ın demet kavramı, bizi yeni bir ışık altında her türlü "uzay" ve "çeşitliliği" göz önünde bulundurmaya götürmüştür. Bunun kullanımı ile yeni bir perspektif ve dil ile tanışılmıştır. Bulunması gereken yeni ilke topos fikriydi. Yalnız topolojik sezgi içinde bu fikir sürekli nitelik dünyasının cisimleşmesini kapsar. Süreksiz ve ayrık kümelerin "aritmetiksel dünyasında" geri dönülmez bir şekilde ortaya çıkan büyük sayıda diğer başka yapılar ve soyut cebirsel geometrinin "uzaylar" (veya çeşitlilikler) olarak bilinen öğelerini de kapsar. Verilen topolojik uzayda tüm demetler tarafından bir küme oluştuğunu göz önünde bulundurun. Ya da isterseniz onun ölçüsünü alırken kullanılabilecek tüm cetvellerin ürkütücü cephaneliğini de düşünebilirsiniz... "Topluluk" veya "cephaneliğe" kategorisel yapı ile donatılmış gibi davranacağız. "Demetlerin kategorisi" olarak isimlendirilen "ölçünün süper-yapısı" türünde işlev görür (verilen uzayın üstünde). Topluluk olarak bir araya gelmiş "demet kategorileri" (ya da ölçüm enstrümanlarının cephaneliği) vasıtasıyla topolojik uzay birisi tarafından yeniden yapılandırılma durumuna gelir... Topos fikri bir karmaşa yaratmayı umut eden kişi için her şeye sağlar. Bu onun apaçık aşikâr olan doğallığından ve basitliğinden ileri gelir... İhanet ve düşmanlıkla karışık bir tonda "Onu yapmak için her şey orada" diye sıklıkla bağırmamıza neden olan özel kalite de vardır. "Mantıksız" ve "saçma" imaları, tahmin edilemeyen basitlikleri ile tedirgin eden her şey için geçerlidir. Bizim çoktan gömülmüş emekleme günlerimizi hatırlamamıza neden olur. [13]

Grothendieck'in Son Yılları

Bu noktada, Grothendieck'in kronolojik hayat hikâyesine geri dönüyoruz. 1966'da Uluslararası Matematikçi Kongresi Moskova'da yaptıkları bir toplantıda, onu en değerli uluslararası matematik araştırma ödülü olan Fields madalyonu ile ödüllendirdi. Sovyet rejiminin baskıcı politikalarına karşı protesto olarak ödülü almak için toplantıya katılmayı ret etti.

1970'te, 42 yaşındayken, yaratıcı güçlerinin ve uluslararası ününün doruğundayken çalıştığı enstitünün yüzde 5'inin Fransız askeri güçleri tarafından verildiğini öğrendiği yazılır. Askeriyeden gelen bu paranın reddedilmesini önerdi. IHES yönetimi ilk önce bu şekilde yapılacağına söz verdi, fakat daha sonra her nasılsa parayı kabul etti. Grothendieck bunun üzerine enstitüyü terk etti ve bir daha dönmedi.

> Matematik faaliyetlerimin "üretken dönem"i olarak adlandırılan süre, yayınların dikkatle ve düzgünce incelenmesi ile 1950 ve 1979 arasındaki yılları kapsar, 30 yıldır. 1945 (17 yaşındayken) ve 1969 (42 yaşıma yaklaşırken) yılları arasındaki 25 yılın üzerindeki bir dönem boyu, neredeyse tüm enerjimi matematik araştırmalarına adadım. Aşırı bir yatırım olduğunu kabul ediyorum. Manevi durgunluğun uzun dönemi boyunca, *Recoltes et Semailles*'in sayfalarında birden çok kere hatırlattığım gibi herhangi birisi tarafından külfetli sıkıntı olarak adlandırılabilecek bir karşılık ödendi... Enerjimin daha büyük parçasını tahsis ettiğim yeri başka birisi detaylı iş olarak adlandırabilir. Şekil vermenin titiz işçiliği, çalışmak için bir şeyleri toplama ve alma, işte bunların tümü bir iç sesin (belki de şeytanın?) yapılandırmam için teşvik ettiği evlerin bütün odalarının inşası için gerekliydi...

20. yüzyıl matematiğine yaptığı katkıları değerlendirmek... Grothendieck çalıştığı sürece en heyecanlı adımını, ki bu inancı diğerleri tarafından da paylaşıldı, fikirlerin sıra dışı yeni yapısını yarattığı cebirsel geometri olarak tarif etti.

> Yazmaya nadiren zaman buluyordum. En çıplak ana hatların taslağını yaparken ve görünmeyen ana planı hazırlarken altını çizdiğim her şeye, uyurgezer kesinliği içinde günler, aylar ve yıllar boyunca elim tarafından rehberlik edildi... Binlerce değilse de yüzlerce orijinal kavram, matematiğin ortak mirasının bir parçası haline geldi. Bunlara, ileri sürüldüklerinde onlara verdiğim isimler de dâhildir... Matematik tarihinde, bilime çok sayıda yeni fikir ile tanıştıran bir kişi olduğuma inanıyorum... Şemaların konusu, bunların uzantıları ve alt bölümleri gibi ayrılırken tamamladığım her şey, tüm matematik tarihinde ve şüphesiz bilim tarihinde yapılmış en büyük iş ve kazanılmış en büyük başarıdır.[14]

Weil'in son "sanı"sı 1975'te Grothendieck'in öğrencisi Pierre Deligne tarafından, Grothendieck matematik dünyasından ayrıldığında kanıtlandı. Kanıtı Grothendieck'in çalışmalarının bir devamıydı fakat Grothendieck'in bilemeyeceği klasik matematikten bir sonuca dayanıyordu. Grothendieck beğenmedi ve itiraz etti. Kanıtı tamamlamak için Deligne'in metodu, Grothendieck'in daha büyük ve zor planını izlemiyordu.

Birkaç yıl, Grothendieck kendini ateşli bir şekilde doğaya adadı. Yoldaş matematikçiler Pierre Samuel ve Claude Chevalley ile Vivre et Survivre adında ekoloji kurtarma organizasyonu kurdu. Bourbaki ekolünün üyesi Pierre Cartier, Grothendieck'in çevresel kaygılarını paylaşıyordu fakat matematik hakkında konferans vermek için davet edildiğinde Grothendieck'in siyaset hakkında konuşmasından şikâyet ediyordu. Bu onu dinlemeye gelen ve hatta onun siyasi görüşlerine katılan herkesi rahatsız ediyordu. 1970'te, Nice'teki Uluslararası Matematikçilerin Kongresi'nde, Grothendieck broşür dağıttı ve Vivre et Survivre için bir masa kurmaya çalıştı. Şu an Nice Üniversitesi dekanı ve Uluslararası Matematikçilerin Kongresinin bir organizatörü olan eski arkadaşı ve işbirlikçisi Jean Dieudonné Grothendieck'in böyle bir masa kurmasını yasakladı. Böylece Grothendieck top-

lantının dışındaki yola bir masa koydu. Polis şefi, Grothendieck'ten masasını kaldırımdan biraz öteye koymasını istedi. Fakat o buna karşı koydu. Cartier "hapse atılmak istiyordu" diye o günlerden söz eder. "Gerçekten hapse konmak istiyordu!" Sonunda masa, polisi memnun etmek için biraz daha arkaya taşındı.

Tüm bu süre boyunca Paris'teki Collegé de France (Fransız Koleji) ve bir zamanlar öğrencisi olduğu Montpellier Üniversitesi'nde bir pozisyonu vardı. 1964'ten başlayarak IHES'te Grothendieck'in iş arkadaşı olan lider matematiksel fizikçilerden birisi, David Ruelle yakın bir tarihte şöyle yazmıştır: "Grothendieck'in programı, yıldırıcı genellik, büyüklük ve zorlukta değildi. Nitelik ve önemi sonradan anlaşıldığı gibi girişimciliğinin başarısının nasıl olduğunu biliyoruz. Bir projenin başlaması ve hareket etmesi için gerekli entelektüel güven ve gücü düşünmek birinin karşısında eğilmeye mecbur olmaktır. Biliyoruz ki yirminci yüzyılın son yıllarındaki en bazı büyük matematiksel başarılar Grothendieck'in vizyonuna dayanmaktadır. En büyük kaybımız, eğer matematiği bırakmasaydı veya matematik tarafından bırakılmasaydı, bilginin nasıl başka sokaklarını açacağını bilmememizdir."[15]

Şöyle devam eder, "IHES'i bıraktıktan sonra, Grothendieck'in çapında bir matematikçinin Fransa'da uygun bir akademik pozisyon bulamaması inanılması güçtür. Eğer Grothendieck, Ecole Normale'nin normal bir öğrencisi ve sistemin bir parçası olsaydı, onun için matematiksel başarılarına uygun bir pozisyon bulunacağına inanıyorum... Utanç verici bir şey oldu. Yirminci yüzyıl matematik tarihinde, Grothendieck'in tasfiyesi bir yüz karası olarak kalacaktır."[16]

Mayıs 1972'de New Jersey'deki Rutgers Üniversitesi'ni ziyareti sırasında Justine Bumby adında matematik lisans öğrencisi ile tanıştı. Fransa'ya birlikte döndüler. Beraber 2 yıl yaşadılar ve John adında şu anda matematikçi olan oğulları doğdu. Avignon'daki barışçı gösteride Grothendieck ile birlikteyken polis

geldi ve göstericileri tartakladı. Grothendieck'i taciz etmeye başladıklarında sinirlendi. Allyn Jackson ile yaptığı bir röportajda o günleri şöyle hatırlar, "Bildiğimiz bir sonraki şey, iki polisin yerde olmasıydı." Bir zamanlar boks yapan Grothendieck, iki polis memuruna tek eliyle yumrukları ile döşedi. Karakolda polis şefi, polis ve profesörler arasında herhangi bir zorluğun çıkmamasına ait isteğinden bahsetti ve Grothendieck ile Justine salıverildi.

Uzun bir süre boyunca Grothendieck, her türlü marjinal hippilerin yeni fikirlerini kabul etmeye hazırdı. 1977'de suçlandı ve bir yabancıya uyarlandığında cürüm teşkil eden 1945 düzenlemeleri altında yargılandı. 6 aylık geçici bir hapis cezası ve 20.000 frank (40 $ civarı) para cezası aldı.

Matematik hakkında yazmaya ve tanıdıklarının arasında fikirlerini dolaştırmaya devam etti. 1000 sayfalık *Récoltes et Semailles* 1983 ve 1988 yıllarını kapsar. Bu çarpıcı kitap, birçok güzel imge ve esinlenilmiş retorikten oluşur. Bu kitabın birçoğu, onlara bıraktığı projelerin uygulanmasında başarısız olan ve büyük kısımları, küçük kırıntıları ve hatta parçalarını utanç verici bir şekilde kendileri için kullanan talebelerine ve takipçilerine adanmıştır.

1988'de İsveç, Grothendieck'e, Pierre Deligne ile paylaşmak üzere 160.000 $'lık Crafoord Ödülü'nü verdi. Fakat o ödülü reddetti ve şunları yazdı:

> Akademinin nazik dikkatine hedef olan çalışmalarım, yirmi beş yıl önceki bir zamanda yapılmıştı. Bu arada ben, bilimsel topluluğun bir parçası ve özünde onun ruhunu ve değerlerini paylaşan bir üyesiydim. Çevremi 1970'de terk etmiştim. Bilimsel araştırmalar konusunda tutkularımı sürdürürken, her gün biraz daha üzülerek bilimsel topluluktan uzaklaşıyordum. Bu arada, bilimsel topluluğun (en sonunda matematikçiler arasında da) ahlak bilimi, iş arkadaşları arasındaki doğrudan doğruya hırsızlığı reddetti (özellikle kendilerini sa-

vunacak bir pozisyona sahip olmayanların pahasına). O dönem bu, herkesin tolere ettiği gibi, özellikle en açık görünen ve haksız durumlarda genel kural haline gelmişti. Bu yüzyıl sona ermeden, bilim ve onun amaçları ve içinde bilimsel faaliyetlerin gerçekleştiği bu bilimsel ruhun hakkında düşüncelerimiz daha önce kestirilemez olan olaylarla tamamen değişecektir. Geçmişte bir örneği bulunmayan bir uygarlık çöküşünden sonra gelen emsalsiz restorasyonda, yer alacak olan enstitüler ve insanlar arasında Royal Academy (Kraliyet Akademisi) de önemli bir şekilde yerini alacaktır."[17]

Büyük bir felaketi haber veren üstü örtülü açıklaması ve özellikle matematik dünyasını sert bir şekilde kınaması ona yakın olan kişilerin bölünmesine sebep oldu. Sonra, 1992'de bilinen tüm aile ve arkadaş ilişkilerini keserek ortalıktan kayboldu.

İş arkadaşları ve öğrencilerine olan kırgınlığı, onun işbirlikçi çalışmalarını daha önceleri sevgiyle yazmış olan herkesi şaşırttı. Gerçek şu ki yaşıtları tarafından takdir edilen ve hayran olunan kişiliğinden bahseden bazı bireyler onun keşiflerini yazmak için çok çalıştı. Tabii ki, matematik araştırmalarına karşı sınırlı varlığıyla büyüyen memnuniyetsizliğini içeren sonraki hayatı bir yansımayı davet eder. Paranoyak suçlamalarının yanı sıra aile ve arkadaşlarından hızla uzaklaşmasını düşünürken, onun kişisel acı ve mücadelesinin uyanık geçirdiği her saati matematiğe adamasıyla kontrol altında tutulmuş olduğunu da düşünmek gerekir. Bu onun çocukluğunun trajik olaylarından bir kaçışı olduğu kadar eğlencesi ve avuntusuydu. Matematik ile ilgilendiğinde, kural ve güzelliklere sahip bir dünyanın içine katılıyordu. Ve bu aynı zamanda, erken yaşlarda yaşadığı kökünden koparılmak duygusu ve kayıplarından daha fazla öngörülür bir dünya idi. Bu düşüncelerini ve keşiflerini paylaşabileceği ve inanılmaz enerjisini ve yaratıcılığını çalıştırmasını sağlayan bir dünyaydı.

Ama her nasılsa yarattığı matematiksel yapılara kendini kaptırmıştı, en üretken yılları savaş yılları olmuştu. Sıradan bir ha-

yatı reddetmiş olmasının türlü sebeplerini düşününce, kendini kesintisiz biçimde matematiğe verme çabası anlaşılabilirdi. Fakat kendini tamamen vermesi, çeşitlilik arz eden ilgileri, aşkları ve çalışmasına olan bağlılığı arasında sürdürülebilir bir dengeyi içermiyordu.

Polisin Mısırlılara yaptığı insanlık dışı muamelelerine tanıklık etmek ve çevresel bir felaket korkusu, onun matematik üzerine çalıştığı, verimli olarak geçen 20 yıl süresince çevrelenmiş soyut dünyasından kaynaklanan fikir ayrılıkları olarak sonuçlanmış olabilir. *Récoltes et Semailles*'teki bazı bölümlerde böyle bir dengeye özlem anlatılmaktadır:

> Yoğunlaşmış dikkat ve coşkun merakı içeren keşfe doğru yapılan bu tür bir çalışma... bazı bakımlardan güneşin sıcağına ve tomurcukların çimlenmesi ve gelişmesine benzer ilkel bir kuvvet ortaya çıkardı. Bunlar tomurcukların güneş ışığında geleceğe doğru mucizevi bir patlaması gibiydi... Ustaların imgelerinden ve öncülerden ve kâşiflerden yararlandım... Sahip olduğum bu "erkek ustanın" bitmek bilmez bir şekilde yeni yapılar için beni evleri yapan mühendise itmiş gibi görünen sürüşüyle, aynı zamanda "eve" engin bir bağlantısı olan bir ev kuşu ayırt edilebiliyordu. Tüm bunların ötesinde, bu, yakın olduğu insanlardan meydana gelen – kendini bir parçası olarak hissettiği candan varlıkların oluşturduğu bir mahal olan "onun" eviydi... ve bu, onun ev "yapma" dürtüsünde (birinin aşk "yaptığı" gibi...) de sevecenlik vardır. Bundan başka, birinin belli bir zamanda sevgi dolu bir dikkat ile şekil verdiği o materyallerle teması için bir itici güç, şevk vardır ki kişi sadece bu sevgi dolu temas ile bilebilir... Tüm bunların üzerinde ve gizlice hepimizin içinde olarak ev annemizdir ki bizi sarar, korur, bir barınakta bize kaynak olur ve rahat ettirir."[18]

1995 Eylül'ünde Roy Lisker tarafından bildirildiği üzere Montpellier Üniversitesi'nden Jean Malgoire Grothendieck'i Pi-

rene dağlarının yakınındaki kasabada ziyaret etti. Grothendieck, orada, tefekkür ediyor ve çevreye karşı tamamen zararsız bir şekilde yaşamını sürdürüyordu. Kendisi geçmiş matematiksel hayatından uzak yaşarken, Paris'te bir Grothendieck grubu, yazılarını toplayıp tercüme ediyor ve yayımlıyordu. Yakın bir zamanda tüm yayımlama işinin durdurulmasını istedi.

Deliliğe Giderken

Matematik sadece kalem ve kağıt ile çalışmayı gerektirir; veya tebeşir ya da bilgisayar klavyesi ile. Ve yine de makul bir biçimde matematiğin çok tehlikeli bir iş – özellikle bazı daha zayıf pratisyenler için – olacağı söylenir. Bir lisans öğrencisi olarak, ben, Ruben Hersh, Wolodymyr V. Petryshyn isimli Rutgers profesörünün adını ilk olarak A-kartografileri üzerine verdiği bir konferansta duydum. Daha sonra Profesör Petryshyn hapse girdi. Çok sevdiği karısını, sanatçı olarak ünü olan Arcadia Olenska-Petryshyn'i bir çekiçle öldürmüştü.[19] Onu tanıyan kişilere göre Petryshyn, çok değerli kitabı *"Generalized Topological Degree and Semilinear Equations"* isimli kitabında bir hata bulmuştu. Yayıncıları, onu bunun çok büyük bir hata olmadığı ile ilgili ikna ettiler. Fakat o her nasılsa gerekli hipotezin unutulmuş olduğunu hissetti ve bunun bir rezalet olduğunu düşündü. Petryshyn'i onlarca yıldır tanıyan Felix Bowder bununla ilgili "sanki mükemmeliyetçiliği onu deliliğe götürmüş gibiydi" der.

1962'de 2 yıllık bir okutmanlık için Standford'a gittiğimde Profesör Karel de Leeuw ile tanıştım. Karel, ben kitaplarımı çıkarırken seyretti. Bulunduğu departmanda, birer insan olarak öğrencilerine gösterdiği olağandışı ilgisi ile tanınıyordu. Her yıl lisans kursunu evde verdiği bir partiyle bitiriyordu. Standford'tan bir matematik lisans öğrencisi, Ted Streleski, orada 19 yıldır herhangi bir ilerlemesini sağlayan bir derece alamamasının cezası olarak Karel de Leeuw'i öldürmenin "tamamen mantıksal" olduğuna karar verdi. Bu durumu bir gazeteye şu şekilde

anlattı, "Stanford Üniversitesi cezasız kalacak bir şekilde benim 19 yılımı almıştı ve bunu boş geçmemeye karar verdim."

Belki bu tür üzücü hikâyeleri yeniden nakletmek marazi gelebilir. Bunları anlatıyoruz çünkü mükemmellik beklentisi içinde, matematiksel hayata kendini tamamen kaptırmak, insanı deliliğe götürebilir. Petryshyn'nin patlaması deliliktir, ama bir matematikçi için bu bir derecede anlaşılabilirdir. Hepimiz sonuçlarımızın, yayınlarımızın tamamen doğru ve mantıksal olarak tersi iddia edilemez olması gerektiğini biliriz. Aynı zamanda hepimiz birçok durumda, her şeyin doğru görünmesine rağmen hâlâ bir problem olduğunu da biliriz. Bu gerçekten tamamen doğru mudur? Bir şeyi gözden geçirmemiş miyim? Bir şeyin tamamen yanlışa dönmesi durumunda ne yapmalıyım? Kalıcı olan böyle bir endişenin hislerimiz altına girmesiyle öyle bir durum oluşur ki felaket ve rezaletle kesin olarak son bulur. Bunların hepsi aslında bir kuruntudur, fakat yine de bu hâlâ terbiye ve düşünce sistemimizin esaslarını öğretmemizin çizgisi boyunca içimize çektiğimiz etik ahlakın bir parçasıdır. "Bu hem yanlış, hem de doğrudur. Aradaki farkın ne olduğunu bilmeniz beklenir."

Kusursuz derecede katı matematiğe yaptıkları destek çatlayıp bozulursa, özellikle durağan ve çok sert kişilikler, büyük bir yıkım hissini deneyimler. Ve sonra – sonra ne? Sonra ne?

Çiftler ve gruplar halinde birlikte çalışmalarımız artsa da, biz matematikçiler genelde yalnız çalışırız. Bazılarına göre, yalnız çalışma bir gurur, bir kişisel kimlik sorunudur. Fakat yalnız çalışmak sizi tamamen savunmasız bırakır. Bir yol arkadaşı yanlışınızı yakalayabilir. Kendi başınıza, kendinizi aldatabilirsiniz ve yanlışa devam edebilirsiniz. Eğer neyin doğru ve neyin kanıt olduğunu biliyorsanız, kendinizi ateşlere götürebilirsiniz. Bu tür bir çalışmada daha az uygun olan şey esasen birlikte ve sosyal olmaktır.

Ted Kaczynski

Amerika'da, 1996 ve 1997'de en ünlü matematikçi Ted Kaczynski'dir. Michigan Üniversitesi'nde doktora ve Berkeley'de eski bir fakülte üyeliğinden başka önceki yıllarda hiçbir şey yayımlamamış ve ders vermemiştir. Büyük ihtimalle matematik işine temsilci olarak karşılanmamıştır. Ama matematikçi olarak eğitilmiş ve sıfatlandırılmıştır. Ve onun dikkate değer türdeki deliliği bir satış temsilcisinde veya otomobil tamircisinde bulunmayacaktır.

Hatırlamayanlar için, uzun yıllar esrarlı bir bombacı, Unabomber (Unabomber adı, Üniversite ve Havayolları Bombacısının kısaltmasıdır) olarak bilinen hikâyesini kısaca anlatalım: 1978'den 1995'e dek birisi Amerikalı bilim adamlarına bomba içeren postalar gönderiyor ve ciddi zararlar veriyordu. Yale'deki David Glelernter, bu yaramaz sürpriz paketlerden birini açtığında kalıcı olarak hasar almıştı. California Forestry Assosiation'un (Kaliforniye Ormancılık Birliği'nin) başkanı Gilbert Murray öldürüldü. 1995'te gizli bombacı manifestosunun *New York Times*'ta basılmasını talep etti.

1. Tüm bunların ona göre, bir şekilde teorem de denilebilecek sebebini toparlayıp size anlatmaya çalışacağız. Bunu size sadece özünde ilginç olarak değil, aynı zamanda takıntılarının matematiksel doğasını da göstermek için sunuyoruz.
2. İnsan ırkına yükseliş veren endüstrileşme, varlığı için ihtiyacı olduğu doğal hayatı tahrip ediyor. Şu haliyle, doğal hayata çok şiddetli ve telafisi olanaksız bir tahrip yapılmıştır: türlerin yok oluşu, kaynakların tüketilmesi, birçok etmenin sebep olduğu dünya çapındaki kirlilik bunlara örnektir.
3. Nüfus artışı ve sabit büyüme için gerekli kapital talebi, doğal hayatta ivme kazanmış bir şekilde daha fazla tahribat meydana getirir. Birkaç on yıl içinde afetlerle karşılaşabiliriz.
4. Bu yaklaşmakta olan afet; insanlığın, ahlakın ve geleneklerin diğer bazı düşüncelerinden daha ağır basmaktadır. Her dü-



Resim 4-2 Ted Kaczynski.

şünen insanın bunu anlaması, bunun için mümkün olduğu kadar verimli bir şekilde hareket etmesi üzerine düşen bir görevdir.

5. Fakat hükümetin, medyanın, siyasi partilerin kısa dönemli kendileri ile sınırlı ilgileri tümünü gözlerini kapamaya ve korkunç bir şekilde tehdit eden gerçeklikten öteye dönmeye sevk ediyor.
6. İnsanları uyandırmaya ve onları bu konulara dikkat etmeye yarayan herhangi bir tedbir gereklidir ve istenmektedir.
7. Öldürmekle korkutulma veya bu bayağı sürece bulaşmış insanları gerçekten öldürmek, sebebe gereken dikkati çekmek için bir yol, belki de tek yol olmuştur.

Ben Ted Kacynski olarak şunu biliyorum ki insanlığı ve dünyayı kurtarmak gibi çok önemli bir sonuç için, korkutma ve gerçek cinayetleri gerçekleştirmek benim kayıtsız şartsız görevimdir.

Manifestoyu okuduğunda matematikçi John Allen Paulos ton, içerik ve yapıdan, yazarın bir matematikçi olduğunu tahmin etti. *New York Times* için yazdığı bu parçadan, yazanın bir gazete veya dergi yazarı olmadığı tahmin ediliyordu. Bunun imajları için kötü olduğunu düşünen bazı matematikçileri o kadar sinirlendirdi ki *Wall Street Journal* bu velveleyle ilgili uzun bir makale yayımladı. Paulo makalesinde, Kaczynski'nin doktorasının göründüğü kadar kural dışı olmadığını yazmıştır. (Kendi yolunda giden asosyallerin haricinde, biz matematikçiler olarak çoğumuz "havaya uçmak" terimini kullanırken ilk olarak sıfır ile bölünmeyi düşünürüz.)

Rutgers Ünversitesi'nden Doron Zeilberger'den, Ted Kaczynski'nin makalelerine bakması istendi. Kendisi şu şekilde rapor etmiştir: "Bunlar duyarlılığın kusursuz örnekleridir! Bunlar kısa ve öz ıvır zıvırlar halinde yazılmamıştır, adım adım tamamlanmıştır ki birçok matematik makalesinin uzun nefesli sosyoloji gibi görünmesine neden olmuştur. Matematik güzeldir! Bombalamak için matematiği terk etmesi ne büyük utançtır." Ted Kaczynski'nin bir bombacı haline gelmesi ne kadar büyük utançsa, yayınlarının gerçek vaatlerini gösterdiğini anlamamız daha büyük bir utançtır.

Kaczynski'nin erkek kardeşi, David, manifesto ve bombaların arkasındaki beyni tanıdı ve acı fakat gerekli görevi olarak erkek kardeşinin durumunu FBI'a bildirdi. Montana'daki münzevi kulübesinde bulundu ki burada yıllardır insanlığın gezegeni tahrip etmesini önlemek için düşünüyordu. 23 Ocak 1998'de, *New York Times*'a yazdığı bir yazıda şunları anlatıyordu: "Benim işim açık bir sorudur. Bir zamanlar matematikte profesör asistanıydım. Ondan sonra zamanımı Montana'daki ormanda yaşayarak harcadım."

Şu anda yüksek güvenlikli bir federal hapishanede ömür boyu hapis cezasını çekiyor. Manifestosunun sonu cinayet olduğundan, şüphesiz, mutlak bir kesinlik olduğunda doğru olan bu saldırı yerine getirilirdi. Bu tür bir mutlak kesinlik matema-

tiksel usa vurmanın özel karakteridir. Kaczynski matematikçi olmasaydı, çevresel felakete kendini adamaya hâlâ inanıyor olacaktı. İnançlarını takip ederek cinayete de katılabilirdi. Fakat o zaman, onun davası bu kadar akılcı bir şekilde tartışılmayacaktı. Bu tartışmaya cevap, sanırım, basitçe Oliver Cromwell'in asırlık feryadıdır: "İsa aşkına, yalvarırım yanılıyor ol!"

André Bloch

Fransız matematikçi André Bloch 1893'ten 1948'e dek yaşadı. Karmaşık değişkenin analitik fonksiyonları teorisinde önemli olan Bloch sabitini bulduğu için Becquerel ödülünü kazandı. Cartan ve Ferrand'a göre yirminci yüzyıl ortalarının en büyük Fransız psikiyatristlerinden Henri Baruk'un hastasıydı. Baruk'un *Patients Are People Like Us* adlı kitabında, Bloch için şunları yazar:

> "Bu adam, odasının olduğu küçük koridordaki bir masada, pozisyonunu bozmadan, yemek yemek haricinde her gün akşama kadar kırk yıl boyunca oturdu. Zamanını, küçük kâğıt parçalarına cebirsel veya matematiksel işaretler karalayarak harcardı. Ya da alanında entelektüel seviyesi yüksek büyük uzmanlara ait matematik kitaplarını okumaya veya notlar almaya dalardı. Altı buçukta defter ve kitaplarını kapatıp akşam yemeğini yer, hemen odasına dönüp yatağına uzanır ve ertesi sabaha kadar uyurdu. Bütün diğer hastalar özgürlüklerinin verilmesini isterken, o eşitliklerine çalışmaktan ve mektuplaşmalarından son derece mutlu görünürdü."[20]

Bloch diğer hastalardan farklı olarak, "Matematik benim için yeterli" diyerek bina dışına çıkmayı reddetti. Bloch, holomorfik ve meromorfik fonksiyonlar üzerine dört makale, fonksiyon ve sayı teorisi, geometri, cebirsel denklem ve kinematik üzerine kısa makaleler gibi özlü çalışmalarını tamamladı. Çalışmaları, I. Dünya Savaşı tarafından zalimce ve zamansızca kesintiye uğra-

dığından kendi kendine öğrendi. Onunla Maison de Charenton'a kısa bir süreliğine kapatılan bir matematikçi ile işbirliği içinde yaptığı tek sayfalık çalışması sonuncuydu.

1948'de Bloch'un ölümünden birkaç ay sonra, hikâyesi Profesör Geurges Valiron tarafından *Societé pour l'Avancement des Sciences*'ın yıllık toplantısında anlatıldı, "1910'da André ve kardeşi Georges'u, Ecole Polytechnique'da sınıfıma almıştım. 1914'te savaş yüzünden sınıfa katılmayı bıraktılar." Profesör Valiron'un dinleyicilerinin, o savaşla ilgili – savaş hendek kazılarını ve intihar ataklarını, sefaletini, saygınlığın yitirilmesini ve korkusunu hatırlamaya gerek duymuyordu. Doğrudan sonuca vardı. "17 Kasım 1917'de, 24. yaş gününden üç gün önce bir delilik nöbetinde kardeşi George'u, dayısını ve yengesini öldürdü. Deliliği ispatlanarak, 11 Ekim 1948'deki ölümüne dek yaşadığı Saint Maurice'deki akıl hastanesine kapatıldı."

Sınıfı bıraktıktan aylar sonra, André Bloch, bir bombalama esnasında gözetleme yerine düştü, girdiği şok aktif olarak askeriyede çalışmasını uygunsuz hale getirdi. Sonradan öldürdüğü erkek kardeşi George kafasından yaralandı ve bir gözünü kaybetti. Cinayet ise, Paris'teki *Boulevard de Courcelles*'de aile apartmanındaki katta vuku buldu.

Doktor Baruk hastasının hikâyesini okuduğunda, bu kadar hoş, kültürlü ve kibar bir adamın bu tür bir davranışı olduğunu hayal etmenin zor olduğunu düşündü. "Hastanede herkes tarafından sevilen bir hasta modeliydi"[21] demiştir. Hastaneye bir gün André'nin daha genç erkek kardeşi geldi. Meksika'da yaşıyordu, Paris'ten geçerken André'yi görmek istemişti. André hiçbir sevecenlik işareti veya nezaket göstermedi. Davranışları son derece soğuktu... Ertesi gün Dr. Baruk'a şunları söyledi: "Bu matematiksel mantığın bir sorunudur. Gerçek şu ki ailemde anne tarafından gelen zihinsel olarak hasta insanlar vardı. Tüm dalların yıkımı bir dava olarak tabii ki devam etmeliydi. İşime ünlü akşam yemeğinde başladım ve bitirmek için fırsatım olmadı." Dr Baruk, Bloch'un fikirlerinin korkutucu olduğunu an-

latmıştır. "Duygusal bir dil kullanıyorsun" diyen Dr. Baruk'u Bloch şöyle cevapladı: "Her şeyin üzerinde matematik ve onun kanunları vardır. Benim felsefemin pragmatizme ve mutlak akılcılığa dayandığını çok iyi biliyorsunuz." Dr. Baruk bunu şöyle tanılamıştır, "hastalıklı akılcılık... mutlak akılcılık adı altında gerçekleşen bir mantık suçu, herhangi bir spontane tutku kadar tehlikeli."[22]

André Bloch uç bir örnektir. Charenton akıl hastanesindeki koridorun aynı köşesinde, günün aynı saatlerinde, on yıllarca oturarak matematik problemleri çözmüştü. Önemli matematiksel işleri yapabilecek kapasitedeydi. Fakat sosyal ve ahlaki yargıları tamamen zayıflamıştı. Prefrontal kortikal hasardan acı çeken bir hastayla benzer özellikler gösteriyordu. Uç ve nadir bir durumdu. Bununla beraber, gerçek hayatta kullanımından soyut bilgiyi izole etmekten gelen bir zararın yararlı bir hatırlatıcısıdır. Veya ayrıksı ilgilerin sosyal ilişkileri olmaksızın, zihinsel güçlere tamamen kendini adamış bir hayatı kurarken de bu hatırlatma yararlı olacaktır.

Kurt Gödel

Yirminci veya herhangi bir yüzyılın en büyük mantıkçısı, kimseyi öldürmemiş veya kızgınlıkla elini kaldırmamış olduğu halde, hastalıklı akılcılıkla teşhis edilebilirdi. Gödel, arkadaşı Oskar Morgstern eşliğinde, vatandaşlık almak üzere Birleşik Devletlerde hâkim karşısına çıktı. Almanya'da Hitler'in diktatörlüğü ile sonuçlanan olayların ABD anayasası uyarınca mümkün olmadığını söyleyen hâkimi düzeltme konusunda ısrarcı davrandı. Gödel, bunun anayasaya uygun bir şekilde gerçekleşmesi için bir yol bulmuştu! Morgenstern, onun bu yeni başlayan konferansını saptırarak, vatandaşlık işlemlerinin devamını sağladı. Kendisinin de son yıllarında, Morgenstern ve *Institute for Advanced Study*'den arkadaşı Albert Einstein öldükten sonra kimseyle konuşmadı. Bu sessizlik gerçek ilgileri ve kaygıları, ma-



Resim 4-3. Kurt Gödel.

tematik ve felsefe konularında da sürdü. Masasının çekmecesine konmak üzere makaleler yazdı. Eşi Adele yemeklerini yapıyordu. Ne yazık ki Adele hastalandı ve hastanede yatmak zorunda kaldı. Onun koruması olmadan yiyeceği herhangi bir yemeğin güvenli olduğunun kanıtı yoktu. Hiçbir şey yemeyerek zehirlenmeden kurtulacağını düşünüyordu. Adele, Aralık'ın sonunda hastaneden döndü ve Gödel'i Princeton Hastanesi'ne gitmesi hususunda ikna etti. Kurt Gödel 72 yaşındayken 14 Ocak 1978'de bir cumartesi günü öğleden sonra saat 13.00'de öldü. Öldüğünde 29 kg geliyordu. Trenton'daki Mercer County Courthouse'daki ölüm dosyasında, kişilik bozulmasından kaynaklanan beslenme bozukluğu ve zayıflıktan öldüğü yazar.

Böylece tüm zamanların en iyi mantıkçısı yok olmuştur. Adele'e ne oldu? O ne kadar yaşayabildi? Diğer insan ilişkilerinden tam bir izolasyon içinde olan dahi kocasına on yıllarca hizmet etmeye nasıl katlanabildi? Ne yaptı? Nasıl düşündü?

Bu endişe verici hikâyeleri incelerken bir yardımımız olamaz, fakat Streleski ve Bloch'un açıklamalarını hatırlayabiliriz: onların suçları tamamen mantıklıydı! Doğrusu, hareketlerinin "tamamen mantıksal" olduğunu iddia eden siyasilerin ve generallerin işlediği daha büyük suçlar vardır.

Bazı felsefeciler fikirsel ve eylemsel hesapların –modern biçimsel mantık– gerçekten şaşmaz olduğunu iddia eder (John Worral ve Elie Zahar'ın Lakatos'un yayıma hazırladığı *Proofs and Refutation* gibi.) "Doğru önermeleri, doğru sonuçlar şaşmaz bir şekilde izler." Bu dogma ne kadar tehlikeli olabilir! Mantık hiçbir şey olamaz, sadece bir enstrüman, bir hareket veya insanoğlu tarafından yürütülmesi gereken bir prosedür olabilir (ya da insanoğlu tarafından yaratılmış ve programlanmış bir makine tarafından yürütülen). Bilimin ve felsefenin gerekli bir enstrümanı olarak mantık, bazen yanlış bir ilah haline gelir. "Öldürmemelisin" veya "hayatta kalmak için yemek ye" gibi en temel insan dürtülerinden daha üstün derecede algılanır.

"Matematik tehlikeli bir bağımlılığa dönüşebilir mi?" sorumuzu "uygun koşullar altında hassas beyinler için dönüşebilir" olarak yanıtlamalıyız.

Kaynakça

Aczel, A. D. (2006). *The artist and the mathematician* (Sanatçı ve matematikçi). New York: Avalon Publishing Group.

Baruk, H .(1978). *Patients are people like us* (Bizim gibi insan hastalar). New York: William Morrow.

Campbell, D. M. (1985). Beauty and the beast: The strange case of André Bloch(Güzel ve Çirkin: André Bloch'un graip durumları). *Mathematical Intelligencer* 7(4), 36-38.

Cartan, H.&Ferrand, J. (1988) Beauty and the beast: The strange case of André Bloch(Güzel ve Çirkin: André Bloch'un graip durumları). *Mathematical Intelligencer* 10(1), 241.

Cartier, P. (2001). A mad day's work: From Grothendieck to Connes and Kontsevich (Çılgın bir günün çalışması: Grothendieck'ten Connes ve Kontsevich'e) *Bulletin of the American Mathematical Society* 38(4), 389-408.

Goldstein, R. (2006). *Incompleteness* (Tamamlanmamış). New York: W. W. Norton.

Gorthendieck, A.(1986) Récoltes et Semailles. Basılmamış yazma.

Gorthendieck, A. (1989). Crafoord Ödülünü reddeden mektup. Le Monde, 4 Mayıs 1988. *Mathematical Intelligencer* 11(1), 34-35.

Jackson, A. (2004). Grothendieck. *Notices of the American Mathematical Society* (Ekim/Kasım) 1038-1056, 1196-1212)

Jackson, A. (1999). The IHES at forty. Notices of the American Mathematical Society (Ekim/Kasım) 46(3), 330.

Lisker, R. (Çevirmen) (1990). *Ferment* cilt V (5), 25 Temmuz. Alexandre Grothendieck için misafir; #6, Ekim 1: Grothendieck, 2; #7, 25 Ekim: Grothendieck 3; #8, 27 Kasım; Grothendieck 4; #9, 1 Ocak: Grothendieck 5. Bunlar aynı zamanda *The guest for Alexandre Gorthendieck* (Alexandre Grothendieck için misafir) isimli bir kitapta yer almaktadır. *Récoltes et Semailles*'in ilk 100 sayfasının cevirisi. Bunları elde etmedeki koşullar belirtilen web-sitesinde okunabilir; http://www.fermentmagazine.org/home5.html. Grothendieck'in çemberi için web-site ise şöyledir: http://www.grothendieckcircle.org July 20, 2007.

Nasar, S. (1998). *A beautiful mind* (Güzel Beyin). New York: Touchstone

Paulos, J. A. (1998). *Once upon a number* (Bir zamanlar sayı). New York: Basic Books.

Ruelle, D. (2007). *The mathematician's brain* (Bir matematikçinin beyni). Princeton, N. J. :Princeton Üniversitesi Yayınları.

Schneps, L. (2008). *Grothendieck-Serre correspondence, book review* (Grothendieck-Serre karşılaştırılması). Mathematical Intelligencer 30(1), 60-68.

Schwartz, L. (2001). *A mathematician grappling with his century* (Yüzyılı ile uğraşan matematikçi) Basel:Birkhauser.

Weil, A. (1992). *The apprenticeship of a mathematician* (Bir matematikçinin çıraklık dönemi). Basel: Birkhauser.

Zeilberger, D. Blog, İnternet.

+5+

Arkadaşlıklar ve Ortaklıklar

Matematikçilerin arkadaşları var mıdır? En popüler matematikçi imajı, tek başına masasında veya karatahta önündeki yalnız adamdır. Bu bölümde, bu resmin gerçekten ne kadar uzak olduğunu göreceğiz. Matematiksel araştırmalar için konsantrasyon gerekirken, sakin ve odaklanmış bir zihne ihtiyaç duyulur, bazen sürdürülen yoğun ve bağımsız araştırma çıkış yolu olmayan bir sona gelebilir. Meslektaşlarının bakış açılarını dinleyen araştırmacı kendi özel perspektifini kırabilir.

Peter Lax'ın tez öğrencisi olarak geçirdiğim (Hersh) ilk zamanlarda bir sabah, danışmanımın odasına girdim ve onu, pırıltılı gülümsemeler içinde buldum. "Louis geri geldi" diye haykırdı bana. Louis kimdi, merak ettim. Louis Nirenberg, New York Üniversitesi'nin (NYU) Courant Enstitüsü'ndeki kısmi diferansiyeller uzmanlarından bir tanesi. Bir süredir İngiltere'deydi ve şimdi evine geri dönmüştü. Zamanıydı. Bunu anlamamıştım. Louis Nirenberg ve Peter Lax NYU'de birlikte yüksek lisans öğrencisiydi. Daha sonra her ikisi de ileride ünlü olacak birer fakülte üyesi olarak kaldılar, Louis eliptik kısmi diferansiyeller (PDEs) üzerine bir dünya piri, Peter da hiperbolik kısmi diferansiyeller üzerine bir uzman oldu. Neredeyse hiç işbirliği yapmadılar ve bir çalışma yayımlamadılar. Fakat sohbetleri, entelektüel ve duygusal etkileşimleri, yaratıcılık ve başarılarının yaşamsal bir parçasıydı.

Matematik tarihinde bazı isimler çiftler halinde anılır – Hardy ve Littlewood, Polya ve Szegö, Riesz ve Nagy, Hardy ve Ramanujan, Minkowski ve Hilbert ve son olarak Lax ve Phillips bunlara örnek gösterilebilir. Her bir çift farklıdır. Karl Weierstrass ve Sonia Kovalevskaya yalnızca birbirinin akıl hocası ve öğrencisi değildi, birbirlerine duygusal olarak derin bir bağlılıkları vardı. David Hilbert ve Hermann Minkowski, ortak hiçbir çalışma yayımlamamalarına rağmen, birbirlerine yaşamsal destek ve motivasyon veren yakın arkadaşlardı. G. H. Hardy ve J.E. Littlewood 35 yılın üzerindeki bir zamanda yaklaşık 100 sayfalık bir çalışmayı birlikte yazmışlardı ama yüz yüze nadiren görüşürlerdi. Littlewood şöyle der, "Hardy, parlak konuşmaları olması haricinde mutsuzdu... Alışkanlıklarımız mümkün mertebe farklıydı."[1]

İş arkadaşları ve jenerasyonlar arasındaki bazı en ilginç arkadaşlıkları anlatmak için tarihsel bir yol izleyeceğiz. Ve daha sonra Grace Chisholm ve Will Young ile Julia Bowman ve Raphael Robinson arasındaki çok değişik iki matematiksel evliliği anlatacağız. Matematiksel arkadaşlıkların araştırıldığı bu bölümü, Olga Taussky- Todd ve Emmy Noether gibi kadınların anlatıldığı alt başlık ile kapatacağız.

Akıl Hocaları

İki matematikçi birbirine, öğretmen-öğrenci, meslektaş veya arkadaş olarak bağlı olabilir. Çok başarılı matematikçilerin hayatlarında yaşamsal ilişkilerden biri, akıl hocası-çırak ilişkisidir olmuştur. En ünlü usta-çırak hikâyelerinden biri 20 yaşındaki evli Rus çaylak Sonia Kovalevskaya ve 55 yaşındaki kompleks analiz uzmanı bekar Karl Weierstrass'tır. Kovalevskaya Berlin'e Ekim 1870'de gelmişti. Büyük Profesör Weierstrass ile bir mülakat yaptı ve onu öğrencisi olarak kabul etmesi için yalvardı. Bu tür bir şey imkânsızdı. Bununla beraber, Weierstrass ona birkaç tane test problemi verdi. Bir hafta sonra Sonia döndüğünde,

sonuçları sadece doğru değil, aynı zamanda orijinaldi. Weierstrass cevap kâğıdı için: "Daha büyük ve gelişmiş öğrencilerinin arasında bile nadiren bulduğu bir derece olan sezgisel dehanın hediyesi"[2] der. Weierstrass, Sonia'nın Berlin Üniversitesi'ne bir öğrenci olarak girmesine izin isterken, ona eşlik etmeleri için ünlü psikolog Emil DuBois-Reymond, yine ünlü patolojist Rudolf Virchow ve yeni şöhretli fizikçi-fizyolojist Hermann Helmholtz'dan yardım aldı. Fakat fakülte senatosu "hayır" dedi. Böylece Weierstrass konferanslarını onun için özetlemeyi ve hatta Sonia'ya kendi araştırmalarından bahsetmeye karar verdi. Berlin'de olduğu 4 yıl boyunca Sonia her pazartesi profesörü ziyaret etti. Ve Weierstrass da haftada bir gün, Sonia'nın bir arkadaşı ile paylaştığı apartman dairesini ziyaret etti.[3] Kovalevskaya şöyle demiştir: "Bu çalışmalar benim matematik kariyerimde en derin etkileri bıraktı. İlerideki bilimsel çalışmamda takip edeceğim yönü bana en sonunda ve geri dönülemez bir şekilde tayin etti; tüm çalışmalarım kesin olarak Weierstrass'ın ruhu içinde yapılmıştır."[4]

Kovalevskaya'nın bilimsel ve kişisel ilişkilerinde, Weierstrass'in rolü, olağan öğretmen-öğrenci ilişkisini çoktan geçmişti. Sonia'yi, düşüncelerinde canlandırıcı ve hevesli bir ortak olarak görmüş ve onunla olan konuşmalarında bir türlü ifade edemediği düşünceleri daha açık hale gelmişti. 1873'te İtalya'da tatildeyken Sonia'ya şunları yazmıştır: "Buradaki tatilim boyunca seni çok sık düşündüm ve seninle bu türde göz kamaştırıcı doğal bir ortamda birkaç hafta harcamanın nasıl bir şey olduğunu hayal ettim benim en sevgili arkadaşım. Sen ve senin hayal gücü kuvvetli zekân, – senin hevesinle motive olmuş ve canlanmış – ben, sonlu ve sonsuz uzamlar, güneş sisteminin sürekliliği ve diğer tüm geleceğin matematiksel fiziği hakkında bize kalan o kadar çok bilmeceyi hayal etmek ve onların üzerinde uçmak ne güzel olurdu ikimiz için. Her nasılsa, her güzel hayalin gerçek olamayacağını uzun süre önce öğrendim." Tüm kalan hayatı için de yakın oldukları şu cümleden görülmektedir. "Beni bilimin en



Resim 5-1. Karl Weierstrass, büyük Alman analizcisi.

yüksek amaçlarını anlamaya bu derece yaklaştıran, amaç ve temel prensiplerimle bu kadar eğlenceli bir uyum içinde olan birini hiç bulmadım."[5]

Ne var ki ilişkileri huzurlu devam edemedi. Weiestrass Sonia'nın sosyalist topluluklarla olan bağlantılarını, yazınsal işlerini ve kadınların eşit haklar elde etmesi için taraftarlığını kabul etmedi. Sonia'ya gönderdiği birçok mektup cevaplanmadı. Bir keresinde 3 yıl cevap yazmadı. Sonia Kovalevskaya 10 Şubat 1891'de, kırklı yaşlarında akciğer enfeksiyonundan öldü. Hâlâ gençliğinin baharında iken zamansız ölümü Weierstrass'ı kederlendirdi. Sonia'nın ona gönderdiği tüm mektupları yaktı.[6]

Başka bir ünlü arkadaşlık büyük Alman matematikçisi David Hilbert ve üniversiteden arkadaşı Hermann Minkowski arasındadır. Minkowski, 1864'te, Rus bir tüccarın oğlu olarak doğdu. O ve Hilbert ilk olarak lisede tanıştı ve Königsberg Üniversitesi'nde öğrenciyken iki yakın arkadaş haline geldiler.



Resim 5-2. David Hilbert.

Her ikisi de son derece farklı kişilikler sahibi olmasına rağmen hevesli bir matematik aşkını ve derin ve köklü iyimserliği paylaştılar.[7] Hilbert, Minkowski'nin birlikteliğine ve motivasyonuna ihtiyaç duyduğundan açık olarak bahsetmiştir. Genç öğretmenleri Adolf Hurwitz ile birlikte her öğleden sonra saat 5'te buluşurlardı. Hayat boyu süren bir arkadaşlık kurmuşlardı.[8] İlişkilerinin birçok yararının farkında olarak, yakın bir coğrafyada yaşamaya çalıştılar. Ayrılsalar bile, birbirlerinin tavsiyesine güveniyorlardı.1900'da Hilbert Paris'teki Uluslararası Matematikçiler Kongresi için gelecek yüzyılda matematikçilerin çözmesi için 23 problemin altını çizdiği ünlü konuşmasını hazırlıyordu. Minkowski Zürih'te olmasına rağmen, yardım etmek için hevesliydi. Bu ikisi ve Adolf Hurwitz, seminerin içeriği ve biçimi hakkında sıkça mektuplaştılar. Son taslağı oluşturana dek Hilbert onların "Matematiksel Problemler" kritiklerine yakın ilgi gösterdi. Yeni yüzyılın başlarında, Göttingen Üniversitesi Hil-

bert'in liderliğinde önde gelen bir matematik merkezi haline geldi. Fakat Hilbert, Minkowski'ye bir profesörlük ayarlayamadığı için, gerçekte pek memnun değildi. 1902'nin sonbaharında, Minkowski Göttingen'e geldiğinde Hilbert artık kendini yalnız hissetmiyordu. Bir telefon görüşmesine ya da odasının köşesindeki penceresinden suyu bulandırmak için bir taş atmasına ihtiyacı vardı ve arkadaşına katılmaya hazırdı.[9]

Bu iki adamın ilişkileri göz kamaştırdı ve diğerlerine yol gösterdi. Max Born şöyle hatırlar, "Bu iki adamın konuşmaları zihinsel bir havai fişek gösterisi gibiydi. Yaratıcılık, neşe, mizah ve hâlâ derin bir ciddilik doluydu."[10] Minkowski, Hilbert derslerinin içeriğini düzenlerken onun için eleştiren bir kulak oldu; ortak seminer verdiler; fiziğe olan ilgilerini paylaştılar. Minkowski, 44 yaşındayken öldüğünde arkadaşlıkları trajik bir sonla bitmiş oldu. İleriki bir bölümde matematiksel topluluklar üzerine yazarken Göttingen hakkında daha fazla bilgi vereceğiz.

Hardy, Littlewood ve Ramanujan

G. H. Hardy, yirminci yüzyılın ilk çeyreğinde en etkili İngiliz matematikçidir. (Felsefeden matematiğe, verdiği konferanslar ile Norbert Wiener ödülünü kazanmıştır.) Hardy'nin çok güzel bir biçimde yazılmış denemesi *Bir Matematikçinin Özrü (A Mathematician's Apology)* birçok kişi tarafından bilinmektedir. Onun özrü, saf matematiğe adanmış hayatı içindir. "Yararlı" hiçbir şey yapmamasına rağmen güzel olduğu kadar doğrulukla yön verilmiş bir şeyleri dünyanın bilgisine eklemek onun savunmasıdır. "Matematikçilerin kalıpları, bir boyacı veya şairinkiler gibi güzel olmalıdır; fikirler, renkler ve kelimeler birbirlerine ahenk içinde uyumlu olmalıdır. Güzellik birinci testtir: çirkin bir matematik için dünyada kalıcı bir yer yoktur."[11] (2. Bölümde matematiğin güzelliği hakkındaki soruyu ele almıştık.)

Bu çaba melankoliktir. Hardy, 60 yaşında yeni fikirler üretmek için yaşlıdır. Yeni matematiksel olgular keşfederek ve yaratarak bir matematikçinin işini uygun olarak yapması yerine kitap

yazmayı azaltması bunun nedenidir. Hardy'nin ölümünden sonra tekrar yayımlanan denemesinin önsözünde C. P. Snow, Hardy'nin hayatının resimlerini renklendirmiştir. (Sonradan bilimsel bürokrat olan fizikçi Snow akademisyenlerin arasındaki politik manevralar hakkında kitap yazmıştır; alıntılar yapılan konferansı ve aydınların fizik hakkındaki cehaletinden yakınan sonraki kitabı *The Two Cultures* çalışmaları arasında gösterilir.)

Snow, Hardy'inin tam kıvamında olduğu zamanlar onun, dünyadaki en iyi zihinsel birlikteliklerin bazıları arasında yaşamış olduğunu yazar. Topluluğunda en göze çarpan genç erkeklerden birisidir. "Yaşlanıncaya dek hayatını ve ruhunu parlak bir genç adam sürdürdü; böylece oyunları, ilgileri genç bir fakülte hocasının ışığını korudu. 60'larına dek genç bir adamın ilgisini taşıyan birçok diğerleri gibi, son yılları daha karanlık geçti."[12]

Hardy İngiliz analiz ve asal sayı teorisini bulmuştur. Ve onları kıtalararası bir standarda getirmiştir. Şöyle yazmıştır, "Benim jenerasyonumun matematikçileri için ilk esin kaynağı olan Jordan'in ünlü *Cours d'analyse*'ini okuduğumdaki şaşkınlığımı hiç unutmam. İlk okuduğumda matematiğin ne olduğunu anladım. 1911'de Littlewood ile uzun bir işbirliğine başladığımda ve 1913'te Ramanujan'i keşfettiğimde kariyerimin gerçek krizi on veya yirmi yıl sonra geldi. Tüm iyi çalışmalarım onlara bağlı bir şekilde oluştu. Onlarla olan işbirliğimin, hayatımı sonuca götüren bir olaya benzediği açıkça görülmektedir."[13]

Hardy'nin Littlewood ile işbirliği 1911'de başladı ve 35 yıl sürdü. Hardy'in bütün temel çalışmaları Littlewood ve Ramanujan ile yapılmıştır. Hardy-Littlewood ortaklığı İngiliz saf matematiğine bir jenerasyon boyunca hâkim olmuştur. Hardy, Littlewood için şunları der, "Gerçekten derin ve zorlu bir probleme hücum edip onu parça parça eden bir adamdı; anlayış, teknik ve güç ile bu şekilde komuta edecek başka biri daha yoktu."[14] Sayı teorisyeni Edmund Landau ise şöyle der, "Littlewood, daha özgün bir dahi ve Hardy, daha çok bir gazeteci; ikisinin oluşturduğu Hardy-Littlewood ikilisi, dünyanın en iyi matematikçisidir."[15]



Resim 5-3. Üç etkili matematikçi söyleşideler: Richard Courant, G. H. Hardy ve Oswald Veblen.

Littlewood, geç yaşlarındaki muazzam yaratıcılığı ile daha çok hatırlanır. Olgunluk dönemindeyken basmakalıp bir matematikçinin antiteziydi: kaslı, atletik, profesyonel bir dağ tırmanıcısıydı. Hardy gibi üniversite mezunuydu, fakat Hardy'inin aksine kadınlarla birlikte olmaktan hoşlanırdı. Yeğeni olarak tanıttığı genç bir bayanın aslında, bir arkadaşının karısından doğan kızı olduğu bilinen bir gerçekti.

İngiliz ortağı John Littlewood ve Hintli ortağı Srinivasa Ramanujan ile iki muhteşem arkadaşlığının duygusal tarzı arasında büyüleyici bir tezatlık vardı.

Littlewood ile Hardy'nin yolu arasındaki farklılık, Hilbert ile Minkowski gibidir. Danimarkalı matematikçi Harald Bohr (fizikçi Niels'in erkek kardeşi) şunları yazmıştır:

> Kopenhag'te Hardy ile kaldığım sırada, açıkça görüldüğü gibi işi üzerinde tam modunda olan Littlewood'dan kalınca ma-

tematiksel mektuplar aldığında Hardy'inin, "Bir gün bunlar okumak isterim" diyerek odanın köşesine bunları sakince attığını gördüm. Bu Hardy-Littlewood ortaklığının kabul edilmiş gerçekliği idi: "Biri diğerinden mektup aldığında, ikisini de onu okumak gibi bir zorunluluğu yoktu, cevap verme konusunda serbesttiler – çünkü dedikleri gibi, mektup içindeki tarif üzerine o özel günlerde çalışamayabilirlerdi veya diğerinin belki başka problemler üzerinde ilgili olduğu anlaşılmaktaydı." [16]

Hardy'inin öğrencisi Mary Catwright, Hardy-Littlewood ilişkisini başka bir açıdan inceledi. Hardy Oxford'dan Cambridge'te döndüğünde, ona Oxford'da zevk aldığı cuma gecesi toplantılarına benzer bir seminer verip vermeyeceğini sordu. Hardy, Littlewood ile konuştuktan sonra bir şeyler düzenleyebileceklerini söyledi. Hemen arkasından, Littlewood'un odasında toplanmak üzere Hardy-Littlewood derslerine ait seminer listesi bildirildi.[17]

Oxford matematikçisi E. C. Titchmarsh (1899-1963) bu seminerin türünün örneği olduğunu düşünür. Tüm milletlerden ve yaşlardan matematikçiler kendi çalışmalarını sunmak için yüreklendiriliyorlardı ve tüm seminer her bir çalışma kâğıdının ardından özgürce yapılan tartışmalarla sihirli ve teklifsizdi.[18] Cartwright ilk Hardy-Littlewood sınıflarında, Littlewood'un konuştuğunu hatırlıyor. Hardy geç geliyordu ve bol bol çay içiyordu, sonra Littlewood'u iğnelemeye çalışan sorular sormaya başlıyordu. Littlewood Hardy'e soru yağmuruna tutulmak için hazırlanmadığını söylüyordu. Ondan sonra Hardy ve Littlewood dersleri ayırdılar. Cartwright, bunu izleyen derslerde her ikisinin de katıldığı bir sınıf olduğunu hatırlamıyor. Sonunda, Littlewood, sınıflar onun odasında toplanmasına rağmen gruptan ayrıldı. Yine de bu sınıflar "Littlewood'un katılmadığı Hardy-Littlewood dersleri olarak bilindi."[19] Hardy ve Littlewood matematiksel olarak birbirlerine derin bir şekilde bağlıyken birbirleri ile az görüldüler. Onların tek etkileşimi, derin ve zor matematik üzerine olan mektuplardı.



Resim 5-4. Dame Mary Cartwright, ünlü İngiliz analizcisi.

Meşhur bir durum için bir araya gelmek zorunda kaldılar. Benzeri görülmemiş insani bir problemle uğraşmak zorundaydılar. Hardy, Hindistan'daki bilinmeyen bir kişiden mektup almıştı.

> Sayın bayım, kendimi, yılda 20 pound kazanan, Madras'taki Port Trust Office'in muhasebe departmanında çalışan bir memur olarak tanıtabilirim. Şu an 23 yaşındayım. Üniversite eğitimi almadım, ama sıradan okul kursu almıştım. Okulu bıraktıktan sonra boş zamanlarımı, kendi kendime matematik üzerine çalışarak tasarruf ettim. Üniversite kursu tarafından takip edilen geleneksel ve basmakalıp kurslara ayağımı basmadım, fakat kendim için yeni bir yol fark ettim. Genel olarak ıraksak seriler hakkında özel bir araştırma yaptım ve elde ettiğim sonuçlar, yerel matematikçiler tarafından 'dikkate değecek kadar çarpıcı' gibi terimlerle tanımlandı."[20]

Bu durum, Cambridge'teki diğer odada çalışan Littlewood ile yapılması gereken gerçek bir konuşmayı gerektiriyordu. Hardy ve Littlewood her ikisi birlikte Ramanujan'ın sadece mektup gönderen bir kimse değil, dahi bir matematikçi olduğu sonucuna vardılar. (Ramanujan'ın iki başka lider matematikçiye yolladığı mektuplar dikkate alınmamıştı.)

Hardy, Ramanujan'ı hemen İngiltere'ye getirmek için çalışmaya başladı. Bu hassas bir konuydu çünkü Ramanujan'ın dini inancı okyanusu geçmesine izin vermiyordu. Sonunda, her nasılsa, Hardy'nin davetini kabul etti. I. Dünya Savaşı boyunca 3 yıl Hardy ile zaman geçirdi. Bugün, 60 yıl sonra bile, sayı teorisyenlerine ilham vermeye devam eden büyük çapta matematiksel çalışmalar üretti. Bazı formülleri, nükleer fizikte de kullanılmaktadır.

Hardy şöyle yazar, "Onu gördüm ve birkaç yıl onunla hemen hemen her gün konuştum. Her şeyin üzerinde onunla gerçekten bir ortaklık yürüttüm. Bir istisna haricinde, dünyadaki kimseye onun kadar borçlu değilim. Onunla olan işbirliğim hayatımdaki romantik bir olaydır... onu severim ve ona hayranım... dostluğundan zevk alınacak bir erkek, çay içebileceğiniz ve siyaset ile matematikten bahsedebileceğiniz birisi... Ne büyük bir hazine bulduğumu fark ettiğim zamanları hâlâ memnuniyetle hatırlarım."[21]

Hardy şunları da yazmıştır, "Ramanujan Hindistanlıydı. Ben her zaman bir İngiliz ile bir Hintlinin doğru bir şekilde birbirini anlamasını biraz zor bulmuşumdur."

Her ikisine de heyecanlı geleceğine şüphe duyulmayan, bu ikisinin arasındaki ilişki bilimsel ve enteletüel olarak son derece başarılıyken, belki de yeteri kadar gerçek duygusal iletişim yoktu. Soğuk iklim, farklı yemek, beyaz yüzler, uzak İngiliz insanları, savaş zamanı şartları, karısı ile annesinden ayrı kalmak genç Hintli matematikçi için biraz fazlaydı. Tüberküloza yakalandı ve bir sanatoryuma gitmek zorunda kaldı. Orada her zamankinden daha da yalnız hissetmiş olabilir. Ocak veya Şubat 1918'de kendini Londra'daki bir yeraltı treninin altına attı. Bir görevli onu fark etti ve treni keskin bir sesle durdurdu. Ramanujan kanla kaplıydı, baldırlarının ön kısmı yaralıydı. Scotland Yard tarafından hapse atıldı; Hardy'i aradılar. Hardy tüm çekiciliğini ve akademik statüsünü kullanarak, Kraliyet Topluluğu'nun bir üyesi olan büyük beyefendi Srinivasa Ramanujan'ın basitçe



Resim 5-5 Srinivasa Ramanujan, Hintli büyük sayı teorisyeni.

tutuklanmayacağına polisleri ikna etti. Sonradan bir görevli "Biz Scotland Yard olarak onun hayatını mahvetmek istemedik" demiştir.[22]

Birkaç hafta sonra, Hardy'inin yalanı gerçek oldu. Sanatoryuma geri dönen Ramanujan Kraliyet Topluluğu'na seçildiğini bildiren bir mektup aldı. 13 Mart 1919'da eve dönmek için bir gemiye bindi. Madras'ta onur nişanı almış birsiydi, fakat hastalığı kötüleşmeye devam etti ve Nisan 1920'de, 34 yaşındayken öldü.

Hardy'nin Ramanujan hakkında yazarken tarzının ne kadar farklı olduğu çarpıcıdır. Hardy'inin iki büyük matematiksel ortaklık yaptığı ilişkilerinden, benzer statü, eğitim ve kültürde olduğu bir İngiliz ile olan 35 yıl sürdü. Konuşmak için kısa bir yürüyüş mesafesinde olduğu halde bu kişiyle ilişkisi koltuk dolusu, cevaplanmadan bırakılmakta özgür olunan mektuplarla yürütüldü. Birkaç yıl süren diğer ortaklığı, matematiği Hardy'e

ciddi ölçüde ilginç ama düşünme yolu son derece garip gelen bir adam ile yürüttüğüdür. İlişkileri sıcak kişisel ilgi içinde günlük ve yüz yüzeydi.

Hardy'ye 1939'da tromboz tanısı kondu. Birkaç yıl sonra yazdığı *Bir Matematikçinin Özrü'nde* şöyle yazmıştır:

> Sıkıldığım zamanlarda hâlâ kendime ve beni dinlemeye zorlanmış bulduğum kibirli ve sıkıcı insanlara, "Sizin yapmadığınız bir şey yaptım ve bu, eşit şartlarda Littlewood ve Ramanujan ile yaptığım işbirliğidir" derim. Kırklı yaşlarımı geçtiğim sıralar, Oxford'da bir profesör iken en iyi dönemimi yaşadım. Bundan sonra yaşlı adamların ve bilhassa yaşlı matematikçilerin ortak kaderi olan ciddi bir gerilemeden çektim. Bir matematikçi altmışlı yaşlarına dek yeteri kadar ehliyet sahibi olabilir, fakat onun orijinal fikirleri olduğunu düşünmek yararsızdır. Benim hayatımda değeri olan şeyin bittiği açıktır ve yapabileceğim hiçbir şeyin değerinde fark edilebilir şekilde bir artış veya eksilme olmaz.[23]

Snow, Hardy'nin "Özür"ünü, bir zamanlar var olan ve bir daha hiç geri gelmeyecek yaratıcı güçler için tutkulu bir ağıt olarak adlandırır.[24] Hardy, "Yıllarca gençlik ve yeteneğinin görkeminde, bizden daha genç ve daha neşe dolu iken, hediyenin gittiğini aniden kabul etmek zorunda kalan büyük bir atlete" benzer.[25]

Nitekim Hardy, Ramnujan gibi, uyku ilacı içerek kendini öldürmeye teşebbüs etti. Fakat yeteri kadar almamıştı. Bundan sonra Snow onu her hafta ziyaret etti. Ölümünden iki ya da üç hafta önce, Kraliyet Topluluğu, en büyük ödülleri olan Copley madalyasını ona vereceklerini bildirdi. Muzip bir şekilde sırıttı, tüm o aylar boyunca ilk defa böyle görkemli bir şekilde gülümsemişti. "Şimdi sona doğru daha yaklaştığımı biliyorum. Eğer insanlar size onursal şeyler vermekte acele ediyorsa, artık bir sona gelinmiştir."[26]

Kolmogorov ve Aleksandrov

Başka bir dikkat çekici arkadaşlık iki ünlü Rus matematikçi Andrei Nikolaevich Kolmogorov (1903-1987) ve Pavel Sergeevich Aleksandrov (1896-1982) arasındadır. Kolmogorov jenerasyonu içinde en orijinal ve etkili matematikçilerden biridir. Aleksandrov topoloji alanında lider bir yaratıcı ve "altın çağları" (6. Bölümde geçecek) boyunca Moskova Üniversitesi'nde matematik doktorası programının başıdır. Ölümünden kısa bir süre önce, Aleksandrov şunları yazmıştır: "Kolmogorov ile olan arkadaşlığım hayatımda fevkalade ve emsalsiz bir yer kaplar: bu arkadaşlık 1979'a dek elli yıl sürmüştür. Ve bu yarım yüzyılda, gerginliğin bir işareti ya da tartışma olmadı. Bu dönem boyunca yaşama bakış açılarımızda önemli olan hiçbir soruda birbirimizi yanlış anlamadık. Bir konu hakkındaki görüşlerimiz farklı olduğunda da, konuya tam bir anlayış ve sempati ile yaklaştık."[27]

Üç yıl sonra, 1986'da, 83 yaşındayken Kolmogorov şöyle yazmıştır: "Pavel Sergeevich Aleksandrov benim sekseninci doğum günümden altı ay önce öldü. Bana göre bu elli üç yıllık yakın ve sağlam arkadaşlık benim tüm hayatımın mutluluk içinde geçmesinin sebebidir, bu mutluluğun kaynağı Aleksandrov tarafından süreklilik gösteren düşünceliliktir."[28]

İki adam ilk önce 1920'de tanıştılar, fakat yakın arkadaşlıkları 1929'da, 26 ve 33 yaşlarındayken üç haftalığına seyahat ettiklerinde başladı. Caucasus'taki Sevan Gölü'ndeki bir adada boş bir manastırda kaldılar. Kolmogorov 1986'daki hatıralarında şunları yazmıştır: "Adada ikimiz de çalışmaya başladık. Elyazmalarımız, daktilomuz ve katlanabilir masamız ile korunmuş koylar buluyorduk. Çalışma aralarında çok fazla güneşlendik. Çalışmak için ben gölgeye sığınıyordum, Aleksandrov ise sadece siyah gözlükler takıp panama bir şapka giyerek güneşe karşı saatlerce yatıyordu. Yakıcı güneş altında tamamen çıplak çalışma alışkanlığını geç yaşlarına dek sürdürdü."[29]

1930 ve 1931'de Fransa ve Almanya'ya seyahat ettiler. Aleksandrov daha önce buralara, yakın arkadaşı ve meslektaşı parlak

genç matematikçi Pavel Uryson ile gitmişti. Uryson, Britanya sahillerinde yüzerken trajik bir biçimde boğulmuştu. Kolmogorov ve Aleksandrov, Uryson'in mezarını ziyaret için Britanya'ya gittiler. "Kocaman dalgaların gürlediği çölleşmiş granit sahiller, Akdeniz'in kıyıları ile tam bir kontrast oluşturuyordu. Uryson'in mezarı bakımlıydı, çünkü Uryson'un öldüğü zamanlarda Aleksandrov ile birlikte kaldıkları evin sahibi Matmazel Cornu tarafından bakılıyordu. Britanya'nın kasvetli doğası ve Uryson'un hatırası bizi deniz kıyılarında sessiz yürüyüşlere itti."[30]

1935'te Kolmogorov ve Aleksandrov, ünlü aktör ve yönetmen Konstantin Stanislavskii'nin mirasçılarından, Komarovka'daki bir kasabadan eski bir malikane aldılar. Kolmogorov şunları yazar, "Kural olarak, haftanın yedi gününden dördü Komarovka'da geçirilirdi. Bir günümüz neredeyse tamamen, kayak, kürek ve uzun yürüyüşler (uzun kayak turlarımız ortalama 30 km'den 50 km'ye çıkardı) gibi fiziksel hobilerle geçerdi. Güneşli mart günlerinde sadece şortlarımızı giyerek en az 4 saat sürecek kayak aktivitemizi yapmaya giderdik. Hâlâ kıyılarda kar parçalarının olduğu, fakat karın erimeye başladığı zamanlar nehirde yüzmeye özellikle bayılırdık."[31]

Komarovka'ya sık sık öğrencileri de katılırdı ve Paris'ten Hadamard ve Frechet, Varşova'dan Banach ve Kuratowski, İsviçre'den Aleksandrov'un meslektaşı Hopf gibi yurtdışından bazı matematikçiler tarafından da burada ziyaret edilirlerdi.

Almanya'daki Kolmogorov'un, Birleşik Devletlerdeki Princeton'da olan Aleksandrov'a yazdığı 20 Şubat 1939 tarihli mektubundan alıntılar şöyledir (43 ve 39 yaşlarındaydılar): "Spor aktivitelerinle ilgili çok az şey yazmışsın, fakat ben sürekli detaylı bir rapor almayı isterim... Kapalı yüzme havuzunda yüzüyor musun? Ne tür jimnastik aktiviteleri yapıyorsun ve nerede? Ayrıca nasıl hissettiğini de yazmamışsın. Öksürüyor musun? Sesin kısıldı mı? Nezlen ne durumda? Ve en önemli şey, genel olarak nasıl hissediyorsun? Süt kadar krema alman çok iyi bir fikir olacak."[32]

Bu hatıratın basılmasından bir yıl sonra Kolmogorov'a, sallanan bir kapı sertçe çarptı ve şiddetli bir kafa travmasından geçirdi. Uygun olabildiği sürece, yetenekli gençler için daha önce kurmuş olduğu yatılı bir okulda konferans vermeye devam etti. Bazı zamanlar başına bela olan Parkinson hastalığı daha kötü duruma geldi. Son iki yılı boyunca ne görebildi, ne de konuşabildi. "48 yaşında, konuşamadan, kör ve hareketsiz fakat birkaç yıl boyunca evinde saat başı bakım görevini birbirine devreden öğrencileri tarafından çevrelenmiş bir şekilde öldü."[33] Kolmogorov'un karısı da birkaç ay sonra öldü.

Arkadaşlar ve İş Arkadaşları

Birçok genç matematikçi profesörleri ile arkadaşlık kurmuş ve düşünceli konuşmalarda bulunmuşlardır. Stan Ulam şu şekilde anlatır:

> Çalışmalarının üçüncü yılına başlamasıyla birçok matematiksel çalışma Mazur ve Banach'ın konuşmalarıyla gerçekten başlamış oldu... İskoç Kafe'de (Scottish Café) Mazur ve Banach arasında sadece yemek için kesintiye uğrayan, 17 saat süren böyle bir olay hatırlıyorum... Konuşmanın ani çıkışları olurdu, masa üzerine birkaç başlık yazılırdı. Kahvemizi içip birbirimizin gözüne dalmış halde bakarak geçirdiğimiz uzun bir sessizliğin takip ettiği, bazı katılımcılardan gelen tek tük gülüşmeler olurdu. Kafedeki bu uzun oturumlar büyük ihtimalle eşsizdi. İş ortaklığı bir dereceye kadardı ve savaş yılları boyunca Los Alamos'tan başka hiçbir yerde bununla boy ölçüşebilecek, baskın çıkabilecek veya yaklaşabilecek bir yoğunluk görmedim.[34]

Herhangi birinin anlayış ve keşiflerini bir arkadaşa aktarma ihtiyacı, daha az yoğun duygusal yakınlıklarda da vardır. Macar matematikçi John von Neumann her şeyden çok zekâsıyla bilinir. Bazıları onun, mantığı duygusal meydan okumalara uygu-

layarak, onlara yaklaştığını bildirirler. Fakat Johnny de birliktelik arıyordu. Genç bir adam olarak, bu arkadaşlığı, uzun yürüyüşleri boyunca yoğun konuşmalarını anımsayan Eugene Wigner'de buldu: "Matematik hakkında konuşmaya bayılırdı. Sürekli konuşmasına devam ederdi ve ben de onu dikkatle dinlerdim."[35]

Von Neumann Berlin, Göttingen ve Princeton'a gitmek için 1921'de Macaristan'dan ayrıldı. İki yabancı oldukları ve sosyal yapının bir parçası olmadıkları için, Wigner'le olan arkadaşlığı Berlin'de daha da sıkılaştı. Ve birbirleri ile iyice yakınlaştılar.[36] Princeton'da yeniden bir araya geldiler ve Von Neumann 1957'de kanserden ölene dek arkadaş kaldılar.

1936'da Ulam, von Neumann tarafından Princeton'daki Institute for Advanced Study'e davet edildi. Orada dost oldular. Konuşmaları matematik ile sınırlı değildi, şakalar paylaşıyor, dedikodu yapıyorlardı. Her iki adam Orta Avrupa'da zengin ve kültürlü Yahudi ailelerinde benzer şekilde büyümüşlerdi. Ulam'ın babası Polonya'daki Lwow şehrinde ve von Neumann'in babası Budapeşte, Macaristan'da bankerlik yapıyordu. II. Dünya Savaşı boyunca Ulam ve von Neumann Los Alamos'ta çalıştı. Ulam, von Neumann'a limitsiz olasılık hesaplarında yardım ediyordu. Düşüncelerinin özgür oyunlarından matematikte uygulanan bazı büyük gelişmeler geliyordu, bunlar: Monte Carlo metodu, bilgisayarda matematiksel deneyimler, hücresel özdevinir ve muvazaalı büyüme kalıplarıdır.

Herhangi birisi, olağanüstü matematik gücünün ve ilk bilgisayara götüren muhtelif kavramsal ve ekonomik kaynakları toplamaktaki yetenekleri karşısında, Neumann'ın kendine çok büyük bir güveni olduğunu düşünebilir. Fakat Ulam *Bir Matematikçinin Maceraları (Adventures of a Mathematician)* isimli aydınlatıcı kitabında arkadaşının kendisi ile şüpheleri olduğunu yazar. Gian-Carlo Rota ayrıca şu şekilde yorum getirmiştir: "Soyutlama üzerine çalışan herkes gibi, von Neumann da kaldırılması güç ve tekrarlayan, kendisi ile ilgili şüphelerine karşı temin edilmeye ihtiyaç duyardı."[37]



Resim 5-6. Paul Erdós (sağdaki), Macar matematikçisi Aryeh Dvoretsky isimli arkadaşıyla beraber.

Diğer Macar matematikçi, Paul Erdós sayılar ve meslektaşlarına verdiği önem hususunda efsanevidir. 1920'lerde, süreksiz matematik soruları araştırmak için haftada bir toplanan "anonymous group (anonim grubu)" adındaki genç erkek ve kadınlardan oluşan gruba liderlik yapardı. (Bunun hakkında 6. Bölümde bilgi vereceğiz.) Anonim grubun bir süre sonra dağılmasıyla birlikte, Erdós her yerde matematiksel ortaklık yapacağı kişiler bulmaya devam etti. Ölümsüz Leonhard Euler'in arkasından ikinci olarak, toplamda 1500 sayfayı bulan araştırmalarını yayımlamıştır. Erdós'ün uzun bir tren yolculuğuna çıktığında, trendeki kondüktör ile bile çalışma yaptığı iddia edilir!

Erdós sayısı olarak bilinen bir sayı vardır. Tüm matematikçiler bu sayıya göre adlandırılmışlardır. Eğer onunla doğrudan iş ortaklığı yaptıysanız numaranız 1; onunla değil, onun herhangi bir ortağı ile çalışma yaptıysanız numaranız 2 olacaktır ve bu böyle devam eder. Erdós'ün dönemindeki matematikçiler için bu numara 10'dan küçüktür. Hâlâ sonlu bir Erdós sayınız yoksa numaranız sonsuzdur. Kendisinin sayısı tabii ki sıfırdı.

Erdós'ün çalışma ortakları sıklıkla detayları doldurmak ve cevapları yayımlayabilmek için yazmak zorundaydı. Genel ola-

rak problemleri Erdós yaratırdı. Onun matematikçi arkadaşlarından biri olacak kadar şanslıysanız, evinize gelip "Beynim açıldı!" diyecekti. Takip eden birkaç gün içinde, bazen belki bir veya iki hafta sonra, siz ve sizin hayat arkadaşınız onun için yemek, kalacak yer, şoförlük ve uluslararası telefon servisi sunma ayrıcalığına sahip olacaktı. Daha sonra taşınacaktır. Eğer dayanabileceğinizden daha fazla kalırsa ona gitmesini söylemeniz sorun olmaz.

Bir zamanlar Standford Üniversitesi'nde bir arkadaşı olan Gabor Szegó ile yaşadı ve hiçbir taşınma belirtisi göstermedi. Bir gece bir partide Szegó'nün eşi arkadaşları olan Andras Vázsonyi ile karşılaştı. Ve ona "Erdós üç hafta önce geldi ve hâlâ bizimle kalıyor. Anlayışımın son raddesine geldim" dedi. Vázsonyi ona, "Problem değil. Ona gitmesini söyle" diye karşılık verdi. "Bunu yapamam. Onu çok seviyoruz ve onun onurunu kırmak istemeyiz" diye cevapladı. Vázsonyi diretti, "Ne söylüyorsam onu yap. Kendini küçük düşmüş hissetmeyecektir." Bir saat sonra Erdós Vázsonyi'nin yanına geldi ve bir otele doğru gitmeyi teklif etti. Vázsonyi masumane bir şekilde ne olduğunu sordu. "Ah, Bayan Szegó taşınmamı söyledi çünkü çok kaldım" diye cevap verirken alınmış gibi görünmüyordu.[38]

Erdós'un Polonyalı olasılıkçı Mark Kac ile ün salmış bir çalışma ortaklığı vardı. Kac, rasgele tam sayıların asal sayısının çan eğrisi gibi dağıldığı şaşırtıcı bir gerçeği ortaya koyarken, Erdós, Princeton'daki Institute for Advanced Study'deki seyircilerin arasında yerini alırdı. Ne yazık ki Kac kanıtı sağlama bağlamak için zor bir tahminden hâlâ yoksundu. O zamanlar Erdós olasılık hakkında bir şey bilmiyordu, bu yüzden uyukluyordu. Fakat Kac"ilk bölen" dediğinde uyandı. Konuşma bitmeden, Kac'a eksik kanıtı gösterdi.

Norveç sayı teorisyeni Atle Selberg ile de buna benzer bir şey oldu, fakat bu daha az mutlu edici bir sona sahiptir. Asal sayı teorisinin başlangıç kanıtını bulmak için sıcak takipteyken Erdós ile bir konuşması oldu. Erdós hemen, zor olan bu boş-

luğu doldurmak için bir teori üretti. Ne yazık ki bu durum etrafa çabuk yayıldı ve Selberg, Erdós ve İskandinav bazı matematikçilerin gözden kaçan başlangıç kanıtını bulduğunu duydu. Selberg o kadar rencide olmuştu ki bu durum aralarında kalıcı bir kırıklık yarattı. Bu Erdós için de acılı bir durumdu; onun için fikirlerini ve itibarını paylaşmak hiçbir zaman sorun değildi.

Erdós'dan çoğu kez kaçık olarak bahsedilir. Fakat bu alaydan çok sevgiyle söylenirdi. Kalıcı bir adresi ve işi olmadığı ve yarı dolu bir bavulla bütün ihtiyaçlarını taşıdığı doğrudur. Hayatının çoğunda annesi ona eşlik etmiştir. Yirmili yaşların başındayken Britanya için Macarsitan'dan ayrıldığında daha önce hiçbir zaman kendi ekmeğine yağ sürmediği belliydi. Onu tanıyanlara göre, uzun ve son derece yaratıcı hayatında en çarpıcı karakter özelliği kibarlığı ve özverili yapısıdır. Diğerlerinin onun için bir şeyler yapmasını doğal ve masum bir şekilde beklemiştir. Fakat her zaman da neyi varsa onu, ihtiyacı olan herhangi birisi ile paylaşabilirdi. Bir ödül kazandığında onu, kendisinden daha çok paraya ihtiyacı olan bir arkadaşına verirdi.

Gödel ve Einstein

Başka ünlü bir arkadaşlık –en müstesnalarından biridir– otuzlarındaki matematiksel mantıkçı Kurt Gödel ve yetmişlerindeki dünyaca ünlü fizikçi Albert Einstein arasındaydı. Gödel "eksiklik teoremi" ile ünlüdür: teoremlerinde tam sayılar aritmetiğini içerecek kadar karmaşık, herhangi bir sistemin içinde, sistemin aksiyomlarından yola çıkarak doğruluğu veya yanlışlığı kanıtlanamayacak önermeler bulunacağını ispatladı.

Gödel ve Einstein Princeton'da Almanca konuşmaya dalmış halde, birlikte yürürken görülmüştür. Çok farklı olmalarına rağmen, birbirlerini büyük ölçüde takdir ediyorlardı.[39] Einstein sevecen, sıklıkla espriliyken Gödel korku dolu, bağlantı kurmakta zorlanan biriydi; bazı kısmi depresyonlar geçirmişti. Bu farklılıklara rağmen iki adam da münasebetlerinin değeri hakkında coşku dolu yazılar yazmışlardır. Gödel annesine yazdığı bir mek-



Resim 5-7. Albert Einstein ve Kurt Gödel, Princeton'daki arkadaşlıkları.

tupta şunları demiştir, "Dünyada Einstein ile konuştuğum gibi konuşabileceğim kimse yok"[40] Birçok insan bu harikulade olağandışı ilişkiyi merak ederdi. Roman yazarı Rebecca Goldstein için bu anlaşılabilir bir durumdur: "Katkılarından dolayı ünlü olmuş erkekler için bu garip görünebilirdi, onlar zihinsel sürgündüler... düşünürler için mümkün olan en derin anlamda sürgündüler."[41] Einstein, teorik fizik için ilgi odağı haline gelen kuantum teorisi ve birleşmiş alan teorisi için uzun yıllar süren ısrarcı arayışlarıyla kendini sürgüne mahkûm etmişti. Gödel ise dünyanın geri kalanından adeta kendini izole etmişti.

İlk önce Einstein öldü. Gödel'in kalan tek düzenli ilişkisi karsı Adele ile idi. Adele hastalanınca ayrılmak zorunda kaldılar. Adele tarafından hazırlanmayan her yemeğin kendini zehirleyeceğini düşünüyordu. Ölümcül akıbeti son bölümde yer alacaktır.

Matematik Evlilikleri

Evli matematikçi çiftler arasında karşılıklı destek ve aşkın iki örneğini anlatacağız. Grace Emily Chislom (1868-1944) ve William Henry Young'ın (1863-1942) olağanüstü matematiksel ortaklığı ilk örneğimizdir. Grace ve Will arkalarında, daha sonra Ivor Grathan-Guinness'in yazdığı *A Mathematical Union (Mate-*

matiksel Birlik) kitabını oluşturan birçok doküman ve mektup bırakmışlardır.[42] Young çiftinin mektuplarından alıntılar yapılan yazıları, bu bölüm için kaynak olacaktır.

William Young 16 yaşındayken Cambridge'e bir burs kazandı. Mezun olduktan sonra boş zamanlarını ve parasını, özellikle kürek olmak üzere, spora harcadı. 1888'de Girton'da bir bayan kolejine doçent olarak atandı. Orada çalışırken gelecekte dura kalka gideceği bir seyahate ayırdığı 6000 pound kadar para biriktirmeyi başardı. "Fakat bu planlar 1896'da Grace Emily Chisholm'a âşık olmasıyla bozuldu."[43]

Grace, 1985'te 17 yaşındayken Cambridge'teki üst düzey bir sınavı geçti. Ailesi onu, polisin bile çiftler halinde gezebileceği en yoksul Londra sokaklarını ziyaret etmesi gibi yardımseverlik işlerine kendisini adaması için yüreklendiriyordu. Her nasılsa o matematik çalıştı ve Cambridge'teki Girton kolejine gitmek için bir burs kazandı. Ama kısa sürede hayal kırıklığına uğradı. Cambridge'de şuna inanıldığını yazdı: "Matematik, onunla hiçbir şey yapılamayacak, sadece detayların doldurulduğu mükemmeliyetçiliğin doruk noktasına varmıştı." Ünlü Cambridge matematikçisi Arhur Cayley için şöyle yazmıştır, "Cayley, Cambridge'in matematik okuluna, bir Buda heykelinin durağan ağırlığı ile oturmuştu." Cayley'in seminerleri "bir kelime akışı"ydı. Üç boyutlu yüzlerden sabit olarak ileriye doğru atılmış çok yüzü olan 3 boyutlu bir şekil gibiydi. Bir çözümde büyümüş kristaller ve aralıksız biçimde birbirlerini kesintiye uğratmadan dallarını her yönde doğru çatallandıran ağaçlar gibiydi. Profesyonel bir kafa tarafından çevrelenmişti veya karatahtada, arkasını dinleyicilerine dönmüş durumda yazıp konuşurken çevreleyici kollarının altından ortaya çıkan bir başka ikiz yolu vardı.[44]

Grace, Bay Young'ı duymuştu. Öğretmen olarak öğrencilerini çok çalıştırması ve kadın öğrencilerini ağlatmasıyla ünlüydü. Bu yüzden kesinlikle ona değil, King's College'daki Bay Berry'e gitmeye karar verdi. Fakat üçüncü yılında Bay Berry bir sömestr izin aldı ve Grace de William Young'ın geçici öğrenciliğine devredildi.



Resim 5-8. Grace Chisholm Young.



Resim 5-9. William Young, İngiliz analizci. Grace'in eşi.

Onu ilk defa bir arkadaşının koltuğunda pencere önünde otururken gördü. "Bu ürkütücü Bay Young, bu büyük matematiksel silah, yalnızca kendisinden büyük genç bir oğlandı. Basit bir denizci şapkası ile gölgelenen yüz, iyi biriydi. Saf çizgileri ve teninin açık zarafeti ile mermerden yapılmış sanat eseri görüntüsü veriyordu. Gözlerindeki sabit bakışı ve ağzının küçük konuşma hareketi, kaybolduğu zamanlar bazı matematiksel problemler üzerinde çalıştığını apaçık gösteriyordu."[45]

Will'in danışmanlığında Grace 1892'de Cambridge'ten onur derecesi ile mezun oldu. Daha sonra doktora yapmak için Göttingen'e gitti. Bayan öğrencilerin varlığına duyarlı davranan Profesör Felix Klein için evine gönderdiği bir mektupta şunları yazmıştır: "Yüzünde tuhaf ama hoş bir gülümseme ile genel olarak 'centilmenler' olarak başlarken artık 'dinleyiciler' olarak başlıyordu. Bir iki defa unuttu ve yine 'centilmenler' dedi, fakat arkasından bir gülümseme ile kendini düzeltti. Çok açık yürekli ve sakin bir gülümsemeye sahipti ve tüm yüzü bu gülümseme ile yukarı doğru kalkıyordu."[46]

1895'te Grace, Klein'in grup teorisini küresel trigonometriye uygulayarak doktorasını tamamladı. Bu, Almanya'da herhangi bir konu üzerinde bir kadına verilen ilk doktora olmasından dolayı muazzam bir zaferdi. Göttingen'deki kurslara katılmadığından ve sınavlara girmediğinden Sonya Kovalevskaya'nın doktorası resmi olarak verilmemişti.

Şubat ayının başlarında Will Grace'e evlenme teklifi etti. "Grace ona ne onunla ne başkası ile evleneceğini söylediğinde, Will hiçbir şey duymadı... Grace kısa sürede Will'e âşık oldu. Nişanları hakkında Grace Will'e hayal kırıklığı yaratmaya yeltenmedi."[47] Fakat şimdi Will ilk defa araştırmalar hakkında düşünmeye başladı. Yetenekli karısının yapabilecekleri ile kendisinin yetenekleri kıyaslanamazdı. Fakat en azından kendi başına katkı sağlayabilirdi.

Düğünlerinden bir sene sonra, oğulları Frank doğdu. Ve Göttingen'e taşınmaya karar verdiler. Grace şöyle yazmıştır, "Cambridge'de arı biçimde öğrenmek imkânsızdı... Her şey sınavları işaret ediyor ve her şey sınavla değerlendiriliyordu. Fikirlerin ifade edilerek değişimi, yüreklendirme ve cömertlik yoktu."[48] Diğer tüm akademi üyelerinin çoğunluğu gibi, kocası da Girton'da iş alarak ve yerel sınavlarda başkanlık yaparak ailesini geçindirmek için çok çalışıyordu. Bu çalışmalar, karısı için önemli olduğunu düşündüğü rahatlık ve konfor sağlamasına izin veriyordu. Fakat Chisolm bu tür bir görüşü reddediyor ve bunu daha yaşlı İngiliz topluluklarının zayıflayan değerleri gibi görüyordu.

Göttingen'de Klein'in yüreklendirmesi ile, Will ilk orijinal çalışmasını geometrideki problemler üzerine yazdı. Bu araştırma ikisini de tamamen birbirine bağladı. Will bu arada 35 yaşlarındaydı. Birkaç yıl sonra para ihtiyaçları, Grace ve çocukları Frank Göttingen'de kalırken, Will'i Cambridge'teki Peterhouse'a geri dönmeye zorladı. Bu durum uzun yıllar boyunca hayatlarının şeması olacaktır. Will evlerine veya evlerinden olmak üzere seyahat ediyor, Grace diğer ilgilerini sürdürürken oğullarını bü-

yütüyordu. Ve her ikisi de matematik üzerine yoğun olarak çalışıyorlardı.

1900'da Klein, Georg Cantor'un sonsuz gruplar hakkındaki devrimci teorisi üzerine Arthur Schoenflies'in iki yazısını okumayı önerdi. Bu mükemmel bir tavsiyeydi. Bu grup teorisi ve onun matematiksel analize uygulanması, Grace ve Will'in bir sonraki 25 sene boyunca çalışacakları alan oldu.

> Çalışmaları geliştikçe, sıra dışı bir tersine çevrilme yer aldı... Will derin ve orijinal matematiksel bir beyne sahipti. Konsantre olduğu alanda dünyanın en iyi zekâsıydı... Grace onun sekreteri ve asistanı oldu. Kendi başına orijinal katkılar yapmak için mükemmel derecede yetenekliydi, fakat saçılan fikirlerinin furyasında zahmetli teorem ve sonuçlarının ayrıntılanması gerekliydi. Will'in geç başlayan başarısı yetenekli eşinden aldığı yardımlardandır. Yirmi beş yıllık matematiksel araştırmaları boyunca üç kitap ve yaklaşık 250 sayfalık çalışma yayımladılar. Ayrı olduklarında, mektuplarında sürekli matematiksel soruları tartışmışlardır: birlikte olduklarında da konuşmaları matematik egemenliğindeydi.[49]

Will birçok yayınını, birleşik çalışmalarının biricik yazarına adamıştır. Bir mektubunda bu durum için şunları yazar, "Yayınlarımız bileşik isimlerimizle basılmak zorundadır, fakat bunu yaparsak her ikimiz de bunun bir yararını görmeyiz. Benim ünüm ve bilgim var. Senin yalnızca bilgin. Şu anda her şey benim adım altında ama daha sonra birçok şey ve her şey senin adın altında olacak... Fakat sürekli makale yayımlamalıyız. Bunların hepsinin kıtalararası standartta olmasına ihtiyaçları yok, fakat diğerlerinin sahip olmadığı bilgiyi ortaya koymalı ve pek çok sayıda olmalılar."[50]

1904'te Will, Lebesgue'nin daha önce basılan eşitlik integrasyonu teorisini bağımsız olarak kurmuştu. Lebesgue integrali fonksiyonel analizin anahtar taşlarından biridir. Young'ın yaklaşımı zamanında çok önemlidir ve daha sonraki yazarlar tara-

fından tercih edilmiştir. 1907'de Paskalya'dan önce, Will Kraliyet Topluluğu'nun üyeliğine seçildi.

1900 Şubat'ında ikinci çocukları, Rosalinda Cecilia Hildegard doğdu. Aralık 1901'de üçüncü çocukları Janet Dorothea Ernestine ve Eylül 1903'te Helen Marian Kinnear dünyaya geldi. Temmuz 1904'te Grace Laurence'yi doğurdu. Laurence bir matematikçi olarak büyüyecek ve Wisconsin Üniversitesi'nde uzun bir dönem profesörlük yapacaktır. Aile geleneğini sürdürecek olan Laurence'in kızı Sylvia Wiegand Nebraska Üniversitesi'nde bir cebirci ve Matematikçi Kadınlar Derneği'nde başkan oldu.

Young'ların son çocuğu Patrick Chislom, Mart 1908'de doğdu. O yıl Göttingen'den İsviçre'ye taşındılar. 1908'de Will yaklaşık 20 sayfalık, 1910'da 22 sayfalık çalışma yayımladı. 1909'da Liverpool'a, 1910'da Durham ve Cambridge'e ve 1912'de Edinburgh ve King's College'a yaptığı profesörlük başvurusu reddedildi.

Birleşik biyografilerinde Grattan-Guinness şunları yazar, "Bu kadar derin araştırma üreten bir adamın, kendi topraklarında atanmaması inanılmaz geliyor... Kariyeri affedilmez bir şekilde geleneklere uymuyordu: Cambridge'de verdiği dersler ve yaptığı danışmanlık için düzenli toplantılar yoktu, orta yaşları boyunca ülke dışında yaşadı, yıllar süren sessizlikten sonra özgün çalışmaları aniden patlayış yaptı. Will çizgi dışıydı ve geri adım atmasına izin verilmiyordu... Ama Will de birlikte yaşamak veya çalışmak için dünyanın en kolay insanı değildi. Mektupları sabırsızlığını ve hassasiyetini ve bakış açısını diğerlerine kabul ettirme isteğini gösterir.[51]

Sonunda Ağustos 1913'te, yıllık 1000 Pound'a Calcutta Üniversitesi'nde Hardinge profesörlüğünü kazandı. Ama Will Grace'e şunları yazıyordu, "Güneş çok yakıcı ve düşman gibi... Malarya, çiçek, tifo ve güneş çarpmasından korunmak için ağır ölçüde para yedirilmesi gerekiyor."[52]

Artık Grace çalışmalarını kendi adı altında yazmaya başlamıştı. Diferansiyel hesapların temelleri üzerine, ilki 1914'te İsveç dergisi Acta Mathematica'da yayımlanan ve sonuncusu 1915'te Cambridge'de Gamble Prize ödülünü kazanarak doruğa ulaşan uzun bir makaleden oluşan bir seri yazı yazdı.

"Will evdeyken Grace'in hayatını ve görevlerini tamamen tekeline alıyordu. Kendi kendine hiçbir şey yapmıyordu. Seyahatlerinin bir avantajı da Grace'e sessiz bir dönem ve rahatsız edilmeden çalışma imkânı vermesiydi."[53]

1914'te büyük savaş başladı. En büyük oğulları Frankie Lausanne'deki mühendislik derslerini bırakarak Kraliyet Hava Kuvvetlerine katılmak üzere gönüllü oldu. 14 Şubat 1917'de 5000 fit yükseklikte iken dokuz Alman uçağı tarafından saldırıya uğradı: başından vurularak öldü.[54]

Grace daha sonra şöyle yazacaktı, "Kapı zili çaldığında 18 Şubat, pazar sabahıydı. Ah! Beklenmeyen bir saatte çalan bu kapı zilinin her zaman olduğu gibi bir anlamı vardı. Postacı elinde telgraf ile duruyordu. Açmak için yırttım - ordudan... Bizim yaşadığımızı yaşayan yüz binler bu acının ne demek olduğunu bilir!"[55] Grace ve Will Emile Picard ve Jacques Hadamard'ın her iki oğlunu kaybettiğini; Émile Borel'in evlatlık oğlunun öldüğünü; E.W.Hobson'un en genç oğullarının sinir krizi geçirdiğini; ve George Polya'nın erkek kardeşini kaybettiğini duydular.

Will, 1916 ve 1917 boyunca, 20 sayfası yayımlanan çalışmalarına devam etti. O yaz Londra Matematik Topluluğu'nun (London Mathematical Society), her üç yılda bir seçkin makalelere verdiği "de Morgan" madalyasını kazandı. 1919'da Aberystwyth'teki Wales Üniversitesi'nde profesör oldu. Ellilerinin ortasındaydı. Daha sonra 1920 sonbaharında Aberystwyth'e gelen Sör Graham Sutton tarafından şöyle tarif edilmiştir: "Hayatımda gördüğüm en uçsuz bucaksız sakal ile uzun boylu, sağlıklı ve güçlü birisiydi. İlk görüşteki izlenimi enerji ile patlar gibi görünmesiydi. Her şeyi hemen yapıyor, dobra dobra konuşuyordu. Ama

istediğinde, en dilbaz ve büyüleyici erkeklerden biri oluyordu... Matematiği heyecanlı kılıyordu. Benim için en çok hatırlanması gereken hayat deneyimlerimden birisi, o kadar çok matematik bilen birisi ile otuz santim uzaklıkta oturmaktı."[56]

Will Londra Matematik Topluluğu'nun başkanı olarak bir dönem hizmet etti. Kasım 1922'deki emeklilik konuşmasında aktif matematik araştırmalarından da emekliliğini ilan etti. Sadece sağlığının kötüye gitmesinden değil, Grace'in de ilişkilerindeki role devam edemeyeceği için emekli oluyordu. Hitabının sonunu, Prospero'nun veda konuşması "The Tempest"dan alıntı yaparak bitirdi: "Burada bu fırtınalı büyüden ayrılıyorum... Asamı kırıyorum, onu dünyadaki güvenilir derinliklere gömüyorum ve daha önce olduğundan daha derinlerde ağırlık duyuluyor; kitabıma gömüleceğim."[57]

Grace için onun emekli olması, kendi başına önemli bir şeyler yapması için özgürlük anlamına geliyordu. Safrakesesi taşı rahatsızlık vermişti ve bahçe ve bağ işleri, reçel ve yağ yapma gibi ev işleriyle zamanı fazla çalınmıştı. 1929'da, Sör Walter Scott tarzında İngiltere'nin *Tacı (The Crown of England)* adlı tarihsel romana başladı. Bu orijinal kaynaklardan çok büyük oranda araştırma gerektirdi, bitmesi 5 yıl aldı, ve kendisinin hazırladığı birtakım çizimlerle yaklaşık 400 sayfaydı. Will, Londra'ya yaptığı seyahatlerde birkaç yayıncıya göstermek üzere kitabı yanına aldı, ama hiç birisi basmayı kabul etmedi.

1929'DA Will Uluslararası Matematik Topluluğu'nun (International Mathematical Union) başkanı oldu. Uluslararası matematik organizasyonunda reformlar yapmak için çok hırslı planları vardı, fakat o kadar çabaya rağmen ortaya bir sonuç çıkmadı. "O zamandan sonra, hayal kırıklığı hayatında geniş yer kapladı."[58]

II. Dünya Savaşı patlak verdiğinde, Grace İngiltere'deydi. Will'in yanına İsveç'e dönmesi için İspanya'ya tehlikeli bir deniz yolculuğu yapması gerekiyordu. Bundan sonra riskli bir yolculukla İspanya'yı ve Fransa'nın boş kısımlarını geçmeliydi. Will

bunadı ve bir bakım evine taşındı; 7 Temmuz 1942'de, yetmiş dokuzuncu doğum gününden birkaç ay önce öldü. Grace için onun ölümü bir nöbeti devralma oldu. "Bu bir sonuç" dedi.[59] Mart 1944'te Girton Koleji Onursal Üyesi" gibi çok nadir verilen bir ödüle layık görüldü, fakat ödülün verilmesinden önce kalp krizi geçirdi ve 19 Mart'ta, yetmiş altıncı doğum gününden iki hafta önce öldü.

Julia ve Raphael Robinson

Grace Chislom ve Will Young arasındaki evlilik, yirminci yüzyılın başları olduğu için, cinsiyetlerin arasındaki ilişki ile kontrol edildi ve şekillendirildi. Geçmiş yüzyılda kadın ve erkek arasındaki ilişkilerin değişimi, Julia Bowman ve Raphael Robinson evliliğinin hikâyesinde izah edilir. Bu, Julia Bowman'ın kız kardeşi tarafından anlatıldığı üzere Constance Reid'in yazdığı kısa kitap, *Julia'da* anlatılır. Constance'ın biyografisi ilk ağızdan yazılmıştır. Julia, lösemi hastalığından 65 yaşında ölürken, 1985'te Constance kitabı yazıyordu. Fakat Julia duyabiliyordu ve Constance'in yazdığı her şeyi kabul etti. David Hilbert'in 1900 yılının Uluslararası Kongre'sinde önerdiği 23 problemin oluşturduğu listede onuncu problemi çözmesindeki anahtar rolü ile ünlü olmuştur. 10. Problem şöyleydi: Tam sayı katsayılı gelişigüzel bir polinom eşitliğinin tam sayılı bir çözümü olup olmadığını tespit etmek için bir metod ve algoritma verilmesiydi. (Buna diyofant eşitlik denir). Birleşik Devletlerden Martin Davis ve Hilary Putnam ile birlikte Julia Bowman Robinson kısmi çözümler bulmayı başardılar. Daha sonra genç Rus Yuri Matyasevich bu soruyu tamamlayacak ve bu tür bir algoritmanın var olmadığını ispatlayacaktır.

Matematikçi olarak Julia'nın hayatı, Berkeley'de matematik profesörü olan kocası Raphael'e sıkıca bağlıydı. Çocukluğunda. Julia, kızıl hastalığı, ateşli romatizma hastalığına yakalanmış ve yaklaşık iki yıl yatalak bir hasta olarak yatmıştı. O yıllarda tam

olarak ne olduğu bilinmeyen, çektiği kalp hastalığından hayatı boyunca sakatlık yaşadı. Bu deneyimler ona (matematikte önemli bir özellik olan) sabretmeyi öğretti. Lisede, sıklıkla kendisinin tek kadın öğrenci olduğu matematik dersleri aldı. Daha sonra San Diego Koleji'nde (daha sonra bu kolej üniversite haline geldi) bir matematikçi olmaya karar verdi, fakat sınıflardaki kişi sayısı sınırlıydı. Julia Bowman, Berkeley'de sadece üniversite öğrencisi değildi, ihtiyacı olan mücadele ve motivasyonu bulmuş oldu.

Julia Robinson'un ağzından yazılan Reid'in kitabından yapılan alıntılar şöyledir:

> Çok mutluydum, gerçekten tam olarak çok mutluydum. Benimki çirkin ördek yavrusunun hikâyesidir. San Diego'da benim gibi biri yoktu... Berkeley'de aniden gerçekten bir kuğu olduğumu anladım... Hiç şüphesiz Berkeley'de benim üzerimdeki en büyük matematiksel etki, Raphael'den aldığım birebir öğretim kurslarıydı.[60] Artan sıklıkla yaptığımız yürüyüşler boyunca, bana matematikteki çeşitli ilginç şeyler anlattı. Benim görüşüme göre iyi bir öğretmendi. Raphael destek olmasaydı, kendimin bir matematikçi olacağından şüphe ederim. Bana öğretmeye devam etti, beni yüreklendirdi ve finansal olarak dâhil birçok konuda beni destekledi.[61]... Washington DC'de yıllık 1200 $'a akşamları memurluk yapacağım bir iş bulmuştum. Annem bu işi kabul etmem gerektiğini düşünüyordu, fakat Raphael'in başka fikirleri vardı. Japonlar'ın Pearl Harbour'ı bombalamasından birkaç hafta sonra evlendik."[62]

Yirminci yüzyıl ortalarında hâlâ adam kayırmacılık vardı. Karı koca ikisi birlikte Berkeley'de akademi üyesi olamıyorlardı. "Adam kayırma kurallarına göre ben matematik departmanında öğretmen olamazdım, fakat bu gerçek beni çok fazla ilgilendirmiyordu."[63] Julia hamile kaldı, fakat düşük yaptı. Daha sonra zatürreye yakalandı. Doktoru ciddi bir kalp rahatsızlığı oldu-



Resim 5-10. Raphael Robinson ve Julia Robinson.

ğunu buldu ve ona hiçbir şart altında çocuk doğurmamasını tavsiye etti. Anne olduğunda, kalbi tamamen bozulacağından kırk yaşlarında öleceğini anlattı.

"Çocuğumuz olamayacağı gerçeğinden dolayı uzun zaman derin bir depresyona girdim. Sonunda Raphael bana hâlâ matematik olduğunu hatırlattı."[64] Berkeley'deki mantık grubunun liderliğini yapan büyük mantıkçı Alfred Tarski ile doktora çalışmalarına başladı. 1976'da Ulusal Bilimler Akademisi'ne (National Academy of Sciences) seçildiğinin duyurulmasına kadar Berkeley'de düzenli bir memuriyet bulamadı. Üniversite yayın organı bu haberi aldığında, birisi matematik departmanını arayıp Julia Robnson'un kim olduğunu sordu. "Neden? Profesör Robinson'un eşidir." "Güzel" diye cevap verdi arayan kişi, "Profesör Robinson'un eşi Ulusal Bilimler Akademisi'ne seçildi."[65]

"Üniversite bana, kabul ettiğim, tam bir profesörlük ve öğretme görevi verdi."[66] 1982'de Julia, Amerikan Matematik Topluluğu'nun başkanlığına seçildi. "Raphael benim için başkanlıktan çekilmemin ve tüm enerjimi matematiğe vermemin daha iyi ola-

cağını düşünüyordu. Fakat ben bir kadın ve bir matematikçi olarak kabul etmekten başka bir seçeneğim olmadığını düşünüyordum. Bu kış New Orleans'taki Amerikan Matematik Birliği'ndeki başkanlık adresinde, onun çalışmasını konu olarak almayı düşünüyorum."[67]

Kadın Matematikçiler Arasındaki Arkadaşlık

Kadınlar ve onların başka kadınlarla bağlantıları arasında birkaç kayıt bulunmaktadır. Kadın hareketinin etkisine kadar genel olarak matematikteki kadınlar sınıflarında ve işlerinde erkekler tarafından çevrelenmişti. Bu kadınların büyük bir oranda, sıklıkla çalışmalarının tartışmasına ve desteğine güvendikleri matematikçilerle evlenmiştir.

Matematik alanında kadınların iştirakleri arttıkça, onların arasında daha fazla arkadaşlık kurulmuştu. Hayatının otobiyografik makalesinde yazılanlara göre Olga Taussky-Todd çocukluğunun Avusturya'daki Olmutz'da (şu an Çek Cumhuriyeti'ndedir) geçtiğini hatırlar. Çocukken kız kardeşlerini de kapsayan entelektüel ilgileri olan genç kadınlarla güçlü ilişkileri olmuştu. Fakat Viyana Üniversitesi'ne girdiğinde tüm bağlantıları erkek matematikçilerdi. O yıllarının hikâyesinde öğretmenlerini, çalışmalarını ve sunumlarını Göttingen'de geçici bir memuriyete götüren şeyler olarak tanımlar. Oradaki görevi Hilbert'in sayı teorisi üzerine yaptığı çalışmaları yayına hazırlamaktı. Daha sonra büyük oranda hayran olduğu Emmy Noether ile tanıştı. Modern soyut cebrin baş yaratıcısı olarak, Noether yirminci yüzyılın en büyük matematikçilerinden biridir. Kadın, barış yanlısı ve Yahudi olarak Almanya'da bir profesörlük yapması düşünülemezdi. En önemli yaratıcı yılları boyunca Göttingen fakültesinde ödeme yapılmayan geçici öğretim üyesi olarak kaldı.

Taussky-Todd şöyle yazar, "Bana çok doğal gelen onun hakkındaki endişelerimle onun güvenini kazanmak gibi iyi bir kader sahibi oldum ve arkadaş olduk. Departmanda ileri gelen birisi

onunla kaba bir şekilde konuşurken yanlarındaydım. Bunu gerçekten sevmedim. Ertesi gün bu adama yaptığının beni sinirlendirdiğini söyledim... Adam böylece Noether'den özür diledi."[68]

Her ikisi de Göttingen'den ayrıldıklarında, Bryn Mawr'da karşılaştılar ve daha fazla zaman geçirmeye başladılar. Bryn Mawr'ın çekiciliği, matematik departmanında başkanlık eden ve bu alandaki kadınlara karşı yandaşlık gösteren Anna Pell Wheeler'dan kaynaklanıyordu. Emmy Noether'in kolejine çağırması ile, Wheeler, bu departmana, onlarca yıl şöhret sahibi yapacak bir görünürlük veren bir program başlatmış oldu. Bir zaman sonra 1934'te Olga Taussky Birleşik Devletlere geldi, Noether hastaydı. Fakat bu gerçeği iş arkadaşlarından ve öğrencilerinden saklamaya çalıştı. Öğretmenlik yapmaya ve Princeton'a seyahat etmeye devam etti. Taussky de sıklıkla onunla gidiyordu. Bu seyahatler onun Bryn Mawr'da geçirdiği yılın en hatırlanacak kısımlarıydı.[69] Noether'in karakteri karmaşık bir kadını andırıyordu: cömert, parlak, kendini arkadaşlarına ve öğrencilerine adamış, ama yine de kişisel yeteneklerde sınırlı; Taussky'in ona sağladığı gibi bir tür desteğe ihtiyacı vardı.

Daha sonra Taussky Cambridge Üniversitesi'nde yükseköğretim bursu kazandığı İngiltere'ye geri döndü. Burada daha sonra kocası olacak Jack Todd ile tanıştı. Jack aynı zamanda bir matematikçiydi ve Taussky'nin onunla derin bir duygusal ve entelektüel bağı oldu. II. Dünya Savaşı boyunca bazı uygulamalı alanlarda birlikte çalıştılar. Onun otobiyografik makalesinde, Taussky-Todd kariyeri boyunca matematikçilerle merak uyandırıcı ve üretken etkileşimleri olduğunu nakleder; fakat Emmy Noether ile olan arkadaşlığında olduğu gibi hiç birisi bir etki yaratmamıştır.

1950'lerde kadın matematikçiler üzerine çalışan ruhbilimci Ravenna Helson'un bulgularında izah edildiği gibi ilişkileri çok nadirdi. Yaşıtlarınca yaratıcı olarak tanımlanan kadınlarla söyleşiler yaptı ve erkekler kadar arkadaş ve iş ortaklıklarının olmadığı sonucunu buldu. Erkeklere göre kadınların daha yakın



Resim 5-11. Olga Taussky-Todd, Avusturya asıllı Amerikalı cebirci ve sayı teorisyeni.

insani ilişkiler yaşaması göz önünde bulundurulduğunda şaşırtıcı olan bu bulgudan iki sonuç çıktı. Bunlardan birisi 1950'lerde kadınların çok az kadın iş arkadaşı olmasıdır. Buna örnek olarak, İllinnois Üniversite'sinde matematikçi Vera Pless öğrenciliği boyunca hiç kadın yaşıtı olmadığını yazar.[70] Kendisinin de uzmanlığı olan cebir seçimini etkilemiş olabilecek Emmy Noether hakkında duyduğunda, gerçek bağlantıları hep erkekler ileydi. İkinci sonuç ise zamandı. Helson'un röportajlarında bu durum şöyle anlatılır, "Bazıları çok ağır çalıştırıldıklarından ve herhangi bir ödeme yapılmadığından bahseder. Bir katılımcı, bir kız kolejinde deneyimlediği boş zaman ve düşük motivasyon hakkında konuşmuştur; böylece kütüphanesine ve entelektüel motivasyonuna hayran olduğu bir üniversiteye gitmiştir, fakat yine de kendisinden daha az çalışma yayımladıkları halde erkekler kadar terfi edememiştir."[71]

Afro-Amerikan kadın matematikçilerin deneyimi ayrımcılığın güçlüğünü ve karşılıklı desteği yansıtır. Bu kitabın bölümleri

boyunca azınlıktaki matematikçiler ve kadınlar teması işlenecektir. Vivienne Malone-Mayes birinci bölümde yer alır, sekizinci bölümü ise ırkçılık konularına adıyoruz.

1960'ların başlarında Malone-Mayes, Texas Üniversitesi'nde lisans öğrencisiydi. Bir panel sunumunda o enstitüdeki deneyimlerini şöyle hatırlar: "Austin'deki Texas Üniversitesi'ndeki yalnızlığım, özellikle 1961'in yazında su götürmez ve tamdı. O zamanlar mektup yazma kursu da almam gerektiğini hissediyordum. Derece programını tamamlamış olanlar ve yarıda bırakanlar için, yaşıt öğrencilerle değişim yapmadaki boşluk, akademik başarı için çok büyük bir engeldi."[72]

Birçok üniversite kadınlara farklı davrandı. I. Bölümde bahsedildiği gibi New York Üniversitesi'ndeki Courant Institute, yüzyılın ortalarında kadın matematikçileri yüreklendiren ve onlara destek olan fakülte üyelerine sahipti.

Daha önce Columbia Üniversitesi'nde profesör olan Joan S. Birman, hayatının ileriki yıllarında doktora çalışmalarını başlatmıştı. Courant Enstitüsü'ndeyken kadın ve erkek öğrencilerinin kendisini etkilemeye açık olduklarını fark etti, birbirlerine de bitirme tezleri boyunca yardım ediyorlardı. Bu erken deneyim, tüm kariyeri boyunca iş arkadaşlarıyla daha aktif bir şekilde işbirliği yapmakta onu yüreklendirdi. Şöyle yazar, "Matematik topluluğunun daha yaşlı kadınları üniversite öğrencisi olarak, ciddi ve hor görülmeyen bir yolla karşılayıp karşılamadığını merak ederim. Ve eğer kadınlar matematiğin genç bir erkeğin oyunu olduğu mitini ret ederlerse, o cesaret kırıcı küçük sayılarda gerçek değişimler görmeye başlarız."[73]

1970'lerin başlarında Michigan Üniversitesi'ne Afro-Amerikalı öğrenciler başka hiçbir yerde olmayan bir şekilde yüksek sayılarda kabul edildiler. Janice Brown Walker'ın üniversite deneyimini tanımlaması pozitiftir. 1971 sonbaharında şunları yazdı, "Orada altıdan fazla Afro-Amerikan üniversite öğrencisi gördüğüm için ferahlamış ve heyecanlanmıştım... birbirine yakın olan kişilerden meydana gelen bu grup hâlâ varlığını sür-

dürmektedir. Aile gibiydik. Başarılarımızı ve paylaşılmış başarısızlıklarımızı kutlardık... bu grup ayrıca matematik topluluğunun özünü oluşturuyordu. Birbirimize destek ve bilgi vermek ve matematiksel konuşmalar ortaya koymak, sosyal olarak birbirimizi etkilemek için forumlar organize ediyorduk. Bu gruba katılan kişiler olarak, güç hissi, güven ve özsaygının gelişmesini daha kolay hale getiriyorduk. Ayrıca bir kısım öğrenci ve fakülte üyesi tarafından da sıcak bir şekilde kabul edilip desteklendik."[74]

Arkadaşlığın gücü, çevre yaratmasındaydı. Burada yeni fikirler, profesyonel topluluğun önüne gelmeden patlayabiliyor ve son derece katı ve eleştirel tetkiklere açık oluyordu. Ruhbilimci Howard Gardner yaratıcı ilerleme ya da buluşların, arkadaşlar, yaşıtlar ve partnerler tarafından iki yolla desteklendiğini yazar: birincisi duygusal olarak, bunda yaratıcı koşulsuz destek ile su yüzüne çıkarılır; ikinci yol bilişsel olarak, bunda ise destekçi anlamak için arayışa girer ve ilerleme ya da buluşun doğasına uygun olarak yararlı geri bildirimler sağlar.

Kaynakça

Abelson, P. (1965). Relation of group activity to creativity in science (Bilimde yaratıcılığa grup aktivitesinin ilişkisi. *Daedalus* (yaz), sayfa 607.

Albers, Donald J., & Alexanderson G.L. (1985). *Mathematical people: Profiles and interviews* (Matematik İnsanları: Profiller ve Söyleşiler). Boston: Birkhauser.

Aleksandrov, P. S. (2000). "A few words on A. N. Kolmogorov," (A. N. Kolmogorov hakkında birkaç kelime) *Kolmogorov in Perspective*'de. Providence, R. I. :American Mathematical Society, sayfa 141-144.

Beaulieu, L. (1993). A Parisian café and ten proto-Bourbaki meetings (Bir Paris kafesi ve on Bourbaki toplantısı (1934-1935). *Mathematical Intelligencer* 15(1) 27-35.

Birman, J., Haimo, D. T., Landau, S., Srinivasan, B., Pless, V., & Taylor, J.E. (1991). Kendi anlatımıyla. *Notices of the American Mathematical Society*, 38(7), 702-706.

Bollobás, B. (1986). *Littlewood's miscellany* (Littlewood'un derlemeleri). Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları.

Brown-Walker, J. (2005). A double dose of discrimination (ayrımın çifte dozu). B. A. Case & A. M. Leggett versiyonu. *Complexities: Women in mathematics.* (Güçlük: Matematikte kadınlar). Princeton, N. J. : Princeton Üniversitesi Yayınları sayfa 189-190.

Cartan, H. M. (1980). Nicolas Bourbaki and contemporary mathematics (Nicolas Bourbaki ve modern matematik). *Mathematical Intelligencer* 2(4), 175-187.

Case, B. A, & Leggett, A. M. (2005) *Complexities: Women in mathematics.* (Güçlük: Matematikte kadınlar). Princeton, N. J.: Princeton Üniversitesi Yayınları sayfa 189-190.

Fleck, L. (1979). *Genesis and development of a scientific fact* (Köken ve bilimsel hakikatın gelişmesi). Chicago: Chicago Üniversitesi Yayınları.

Gardner, H. (1993). *Creating minds* (Aklı yaratma). New York: Basic Books

Gessen, M. (2009). *Perfect rigor* (Mükemmel Cefa). Boston: Houghton Mifflin Harcourt.

Goldstein, R. (2006). *In completeness: The proof and paradox of Kurt Gödel (Great Discoveries)* (Tamamlanmamış Kurt Gödel'in kanıtı ve paradoksu – Büyük Keşifler) New York: W. W. Norton.

Grattan-Guinness, I. (1972). A mathematical union, *Annals of Science* (Matematiksel birlik, Bilimin Tarihi) 29(2), 105-186.

Hardy, G. H. (1991) *A mathematician's apology* (Bir matematikçinin özrü). Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları.

Hardy, G. H. (1978). *Ramanujan.* New York: Cambridge Üniversitesi Yayınları.

Heims, S. J. (1980) *John von Neumann and Norbert Wiener: From mathematics to the Technologies of life and death* (John Von Neumann ve Norbert Wiener: Matematikten hayatın ve ölümün teknolojilerine) Cambridge, Mass.: MIT Press.

Helson, R. (2005). Personal communication (kişisel iletişim)

James, I. (2002). *Notable mathematicians* (Saygın Matematikçiler). New York:Cambridge Üniversitesi Yayınları.

Kanigel, R. (1991). *The man who knew infinity* (Sonsuzluğu bilen adam). New York: Simon and Schuster.

Koblitz, A.(1983). A *convergence of lives* (Hayatların Çakışması). Boston: Birkhauser.

Kolmogorov, A. N. (2000). *Kolmogorov in perspective* (Perspektifte Kolmogorov)'da "Memories of P. S. Alexandrov" (P. S. Alexandrov'un hatıraları). Providence, R. I.: American Mathematical Society.

McMurran, S. L. & Tattersall, J. J. (1996). The mathematical colabration of M. L. Cartwright and J. E. Littlewood, *American mathematical Monthly*, 103(10), 833-845.

Reid, Constance (1996). *Julia, a life in mathematics* (Julia, matematikte bir hayat). Washington D. C.: Mathematical Association of America.

Reid Constance (2004). *Hilbert.* New York: Springer.

Rota, G. C. (1987). The Lost Café (Kaybolmuş Kafe). *Los Alamos Science*, Special Issue, sayfa 26.

Schechter, B. (1998). *My brain is open: The mathematical journeys of Paul Erdós* (Beynim açık: Paul Erdós'un matematiksel seyahatleri. New York: Simon and Schuster.

Snow, C. P. (1993). *The two cultures* (İki kültür). Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları.

Szanton, A. (1992). *The recollections of Eugene P. Wigner as told to Andrew Szanton* (P. Wigner, Andrew Szanton'a anlatıldığı gibi). New York: Plenum Press.

Tattersall, J., & S. McMurran (2001). An interview with Dame Mary L. Cartwright, D. B. E, F. R. S. *College Mathematics Journal* 32(4) 242-254.

Tausky-Todd, o. (1985). Autobiographical Essay (otobiyografik makale). Albers, Donald J., & Alexanderson G. L. (1985). *Mathematical people: Profiles and interviews* (Matematik İnsanları: Profiller ve Söyleşiler). Boston: Birkhauser.

Ulam, S. (1976). *Adventures of a mathematician* (Bir matematikçinin maceraları) New York: Scribners.

www.maths.abdn.ac.uk/courses/mx4531/chap_gamma/pdf/ram. pdf

+6+

Matematik Toplulukları

Matematikçiler ne tür topluluklar oluşturur? Toplulukları hayatlarını nasıl şekillendirir? Bu bölümde katılımcılarının spesifik ihtiyaçları çerçevesinde oluşmuş resmi olmayan grupları tarif edeceğiz. Üniversitelerin içinde veya dışında, paylaşılmış bir vizyon ile körüklenen bu topluluklar matematiğe anlamlı katkılar koymuşlardır.

İçerdekiler ve Dışarıdakiler

Stan Ulam şöyle yazmıştır:

> "Matematiğin tarihsel gelişiminin çoğu kendine özgü merkezlerde yer almıştır. Bu merkezler, büyük ya da küçük, tek bir kişinin veya birkaç bireyin çevresinde oluşmuştur. Bazen de birtakım kişilerin çalışmalarının bir sonucu olarak meydana gelmiştir ki bu grupta matematik aktivitesi gelişmiştir. Böyle bir grup, topluluğunun ilgilerinden çok fazlasına sahiptir; ilgilerin seçiminin ve düşünme metodunun, her ikisinde de daha kesin bir ruh haleti ve karakter sahibidir... On dokuzuncu yüzyıldaki Göttingen, Paris ve Cambridge (İngiltere) gibi büyük merkezler matematiğin gelişmesi konusunda özel bir etkiye sahip olmuştur."[1]

Bu bölümde üniversite matematik departmanlarında kurulan, üç farklı 20. yüzyıl topluluğuna bakacağız: 1890'dan 1930'a

dek Almanya'daki Göttingen; onun 1930'da başlayan New York kolu, Courant Enstitüsü; 1960'lı yılları "altın yılları" olarak bilinen Moskova Eyalet Üniversitesi'ndeki mekanik ve matematik departmanı. Saldırgan rejim altındaki entelektüel topluluğun kırılganlığını gösteren Göttingen ve Moskova trajik örneklerdir.

Aynı zamanda güçlü ortak amaçları ve ilgileri olan insanlar tarafından kurulmuş, organizasyondan ziyade maksadı olan dört topluluğu da inceleyeceğiz. Bu insanlar amaçlarına uygun hiçbir organizasyon bulamamışlardı. Bir örnek 1978'den 1983'e dek Moskova'daki Yahudilerin üniversitesidir. Diğeri Paul Erdós tarafından liderlik edilen Budapeşte'deki Anonim Grup'tur (Anonymous Group). Fransız grubu Bourbaki daha ünlü bir örnektir. Fransız matematiğini yenilemek ve modernize etmek gibi bir arzuyla esinlenmişti. Daha sonra bir seri metin üretmeye odaklanmıştı. Bu topluluk, matematiğin ne olabileceği veya olması gerektiğinin (resmi, aksiyomatik, soyut) ortak bakış açısı tarafından bir arada tutulmuştu. Ve analitik fonksiyon teorisinin klasik Fransız matematik programına karşı isyankâr ve hırçın tutum içindeydi.

Son örneğimiz, günümüze ait bir grup olan, Kadın Matematikçiler Derneği'dir (Association for Women in Mathematics – AWM) Statülerini ve kabul görülmelerini daha ileriye götürmek için çalışan ve kavga eden kadın matematikçi ve öğrencilere bir toplanma yeri sağlar. (Üyelik sadece kadınlarla sınırlı değildir, erkek üyeler de vardır.) Alıştırma ve inanç topluluğudur. Ulusal Matematikçiler Birliği (National Association of Matematicians – NAM) ile aralarında birçok ortak nokta vardır. Afro-Amerikan matematikçi ve matematik öğrencilerin ihtiyaç ve ilgilerine hitap ederler. Ayrıca Meksikalı-Amerikalı ve yerel Amerikalı matematikçilerin (The Society of Chicanos and Native Americansin Science – SACNAS) oluşturduğu bir grup daha vardır. Ama bu grup sadece matematiğe adanmamıştır. Bu günümüze ait çağdaş topluluklar, yüz yüze konferans gibi toplantılar için elektronik komünikasyon araçları ile desteklenmektedir. Ve ortak ilgi alanları

esas alındığında otonom ve kendi kendini yöneten özellikleri ile Anonymous Group ve Bourbaki ile karşılaştırılabilir. Açıkça farklı büyüklüklerde, türde ve zamanda birbiriyle örtüşen ve birbirini etkileyen birçok matematiksel topluluk vardır. Araştırma, yayın, öğretici toplulukların yanı sıra bürokratik topluluklar (Ulusal Bilim Kuruluşu - National Science Foundation) da vardır. Tüm matematik topluluğunun, bu daha küçük alt komitelerin birleşmesi sonunda var olduğu düşünülebilir.

Aktif araştırmacılar genelde, belli konu alanlarında bir dereceye kadar bu toplulukların üyeleridir. Kurt Gödel ve Andrew Wiles gibi bazı araştırmacılar bir süreliğine ketum, Bill Thurston ve Paul Erdós gibi bazıları ise dışa dönük ve konuşkan olmuşlardır; fakat her iki durumda da yüz yüze veya elektronik olarak herhangi bir topluluk tarafından araştırma işi motive edilir ve nihayetinde değeri takdir edilirdi. Üyelik listesi bu tür bir toplulukta daha az kesindir, üyelik derece meselesidir; bu değişken veya tartışmalı olabilir.

Tarihçi David Rowe şöyle yazmıştır:

> "Esas itibarı ile yeni tip matematik toplulukları, geleneksel on dokuzuncu yüzyıl komünikasyon ve buluş biçiminin demode olduğunu gösterir. Bugün matematik oral bir kültür olmuştur; gündemi takip etmek isteyen birisi konferans ve seminer çalışmalarına katılmalı veya hatta daha iyisi, uzak yakın en geç çalışmaların sürekli tartışıldığı araştırma merkezleriyle bağlantıda olmalıdır. Zamanla önemli sonuç bugün gerçekte basım ve yayında olmuştur kaldı ki bu da belki yeni sayılmaz. Her hâlükârda artık, ana fikrin ortaya atılmasını oral kaynaktan zaten bilen bir "müdahaleci"nin katkısı olmadan yapılan işi anlamak imkânsız olabilir."[2]

Rowe'un yukarıdakini yazmasından yirmi yıl sonra, e-posta ağı matematiksel komünikasyonu yeni bir şekle dönüştürmüş ve onu çok daha hızlı bir hale getirmiştir. Onun "halkaya tuttu-

rulmak" ihtiyacı hakkında esas aldığı konudan ziyade, şu anki araştırma biçimi ile güncellenmek bugün çok daha değerlidir.

Kaliforniya'daki, Palo Alto'da bulunan Amerikan Matematik Enstitüsü'nde tüm yıl boyunca seminerler yapılır. Ortak bir probleme ilgisi olan bazı matematikçiler orada birbirleriyle tanışmaları için davet edilir ve ortak bir çabaya bağlı olarak bir hafta harcarlar.

İngiltere'deki Cambridge Üniversitesi'nden, kombinatorikde Fields Madalyası kazanan Timoty Gowers tarafından 2009'da matematiksel işbirliğinin tamamen yeni bir formu başlatıldı. Bu yeni forma Çoklu-matematik Projesi (Polymath Project) adını verdi. Dikkatlice seçilen bir problem genelağda halkın erişimine sunuldu; kombinatoriklerin merkezi sonucu olan Hales-Jewett (DHJ) yoğunluk teoreminin özel bir durumu için başlangıç kanıtının bulunması ile ilgili bir problem verildi. Her kim soruyu çözmek için katılmak istiyorsa önerilerini veya hesaplamalarını maille gönderdi. Sonuçlar gerçekten etkileyiciydi. Büyük problem farklı ülkelerden iki düzine katılımcının ortak çabasıyla birkaç hafta içinde çözüldü. Gowers şöyle yazar:

> "1 Şubatta ortak çalışmanın başlama vuruşu yapıldığında, her şey çok yavaştı; Vancouver'deki British Columbia Üniversite'sinden bir matematikçi Jozsef Solymosi ilk yorumu yapana dek yedi saatten fazla geçmişti. 15 dakika sonra Arizona'dan bir lise öğretmeni Jason Dyer'dan bir yorum geldi. 3 dakika sonra matematikte en yüksek onur derecesi olan Fields Madalyası sahibi Terence Tao, Los Angeles'taki Kaliforniya Üniversitesi'nden bir yorum yaptı. Bunu takip eden 37 gün boyunca 27 kişi yaklaşık 170.000 kelime içeren 800 yorumla katkıda bulundu. İşlem herkesin beklediğinden açık ara daha hızlı bir şekilde gelişti. 10 Mart'ta Gowers, Çoklu Matematik Projesinde yer alan katılımcıların DHJ'nin özel bir durumu için başlangıç kanıtını bulduğunu bildirdi. Fakat bunun yanında, şaşırtıcı olarak konu genellenerek tüm teorem ispatlandı."[3]

Bunun duygusal yönü nerede? Her topluluk üyelere ve üye olmayanlara sahip. Bir topluluk içermek ve içermemek anlamına gelir. Üyelik, haklar ve ayrıcalıklar sağlar. Dışarıda kalmak, bu hak ve ayrıcalıkların tümünü veya bazısını kendinde saklar. Bunlar tarafından içerilmek istenen bazı "dışarıdaki" kimseler olabilir. Böylece, tabii ki, bir topluluğa dâhil olmanın veya olmamanın duygusal yan vardır. Dâhil olmak güvenlik ve yardımlaşma getirir. Dâhil olmamak, iyi veya kötü bir sebep için, küskünlük ve husumet içerebilir.

İdeal olarak, matematik topluluğuna giriş ancak matematiksel bir meziyete dayandırılır. Eğer yaratıcı bir matematikçiyseniz, eğer zor soruları çözebiliyorsanız ya da ilginç kavrayışlar ortaya koyabiliyorsanız, hoş karşılanıp buyur edilirsiniz. Bu genellikle gayet doğrudur.

Diğer tarafta, işler her zaman o kadar kolay değildir. Matematiksel topluluk asla boşlukta var olmaz. Birinin hesabı ödemesi gereklidir. Para bir yerden gelmelidir. Bu bölümde göreceğimiz üzere, paraya bağlı olmak değer ve önyargılardan oluşur; politik, ulusal, dini ve ırksal, cinsiyet ve yaşsal önyargılar. Kadın olduğu için bedel ödeyen Sophie German, Sonia Kovalevskaya ve Emmy Noether bir sonraki bölümde tartışılacaktır. Irk, dil, milliyet ve ideolojik sorunlar Soğuk Savaş boyunca devam etmiştir. Ayrıca yaş da, çok genç veya çok yaşlıysanız, problem olabilir (Bölüm 7'i inceleyiniz).

Bazı insanlar matematiksel bir topluluğa girmeyi bazen büyüleyici, bazen de cesaret kırıcı bir süreç olarak bulmuşlardır. Ünlü matematiksel istatikçi Herbert Robbins'e "Profesyonel gelişmenizin kritik dönemlerinde size rehberlik eden ve yüreklendiren matematikçiler var mıydı?" diye sorduklarında "hayır" diye cevaplamıştır. "Bana verdikleri belki daha önemli bir şeydi. Benim denk geldiğim lider matematikçiler bende şunları söyleme isteği uyandırıyordu – Sen pislik, kendini akıllı ve beni de salak sanıyorsun. Bunu benim de yapabileceğimi sana göstereceğim. Yeni bir mahalleye taşınmış yeni çocuk gibiydim. Sokağa

çıkıyordunuz ve ilk önünüze çıkan herif size doğru yürüyüp sizi aşağı indiriyordu. Bu tam olarak rehberlik ve yüreklendirme değil. Fakat bir etkisi var." Fakat aynı söyleşide Robbins şunu da söylemiştir, "Marston Morse beni derin bir şekilde etkiledi. Onu yaratıcılıkla bir ateş üzerinde görebiliyordum... O benim olmak istediğim bir insan tipiydi."[4]

Matematikçiler arasında tamamlanmamış sözler ve dışarıda kalmalar ünlüdür ve bunlar Eric Temple Bell'in çok bilinen kitabı *Matematik Adamları'nda (Men of Mathematics)* anlatılmıştır. Evarsite Galois (1811-1832) üzücü bir şekilde 21 yaşından önce öldü. Parlak genç matematikçi olarak fark edildi ve işaretlendi. Kendi başına, şu anda Galois teorisi olarak adlandırdığımız teoremi geliştirdi. Başlangıçta, Galois, verilen bir polinom denklemin çeşitli köklerinin birbiriyle nasıl ilişkili olduğunu açıklamak için permütasyon grupları kullandı. Fakat bu, 18. yüzyılın sonlarında Fransız Devrimi'ni takip eden Fransa'daki Bourbon monarşisinin restorasyonu dönemindedir. Galois'in babası devrimciler arasındaydı; Kraliyetçiler ve ruhban sınıfından çektiği zulüm onu kendisini öldürmeye götürdü. Genç Evariste de devrimciydi. Kendi hayatı boyunca matematiğe yaptığı engin ve dönüşümcü katkı ne kabul edildi, ne de anlaşıldı. Kraliyete ve Katolikliğe saygılı bir sofu olan büyük ve ünlü Augustin-Louis Cauchy (1789-1857) tarafından hâkim olunan matematiksel örgüte göre "dışarıdaki"ydi.

Aynı dönemde, Niels Abel (1802-1829) hem polinomiinal eşitlikler, hem de analitik fonksiyon teorisi alanında göze çarpan bir şekilde parlaktı. Fakat Norveçli olma talihsizliğini yaşıyordu. Bu yüzden Berlin ve Paris'teki matematikçi soylular için yabancı ve dışarıdaki'ydi. Biraz takdir edilebilmek için verdiği büyük çabalar sonunda, profesörlük teklifi sunuldu. Fakat bu teklif geldiği sırada fazla mesai ve sefaletle alevlenen tüberkülozdan öldü.

Bourbaki

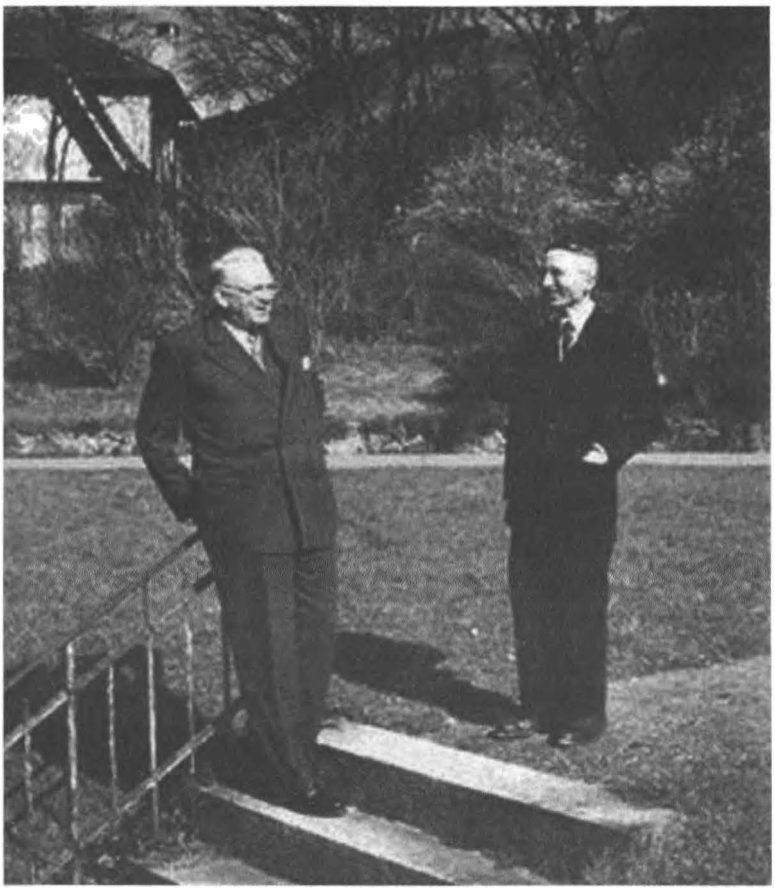
Matematiksel teşkilatların dışında başlayan çok etkili bir grup Bourbaki'ydi. 1934'te, bir grup genç matematikçi, Paris'teki 63 boulevard Saint-Michel'de, rue Soufflot'un köşesinde "A Capoulade" isimli bir kafede akşam yemeği için buluşuyorlardı. (Bu kafe sonradan bir Amerikan fast-food satış noktası olmuştur) André Weil ve Claude Chevalley tarafından Edouard Jean-Babptise Goursat'ın (1858-1836) kullanılmaz olan analiz yazılarını yeniden yazmak için bir proje başlattı. (Bölüm 3'te André Weil hakkında yazmıştık.) Chevalley avangard sanata müptelaydı ve anarşist bir grubun üyesiydi. Kafalarında somut bir proje vardı: "25 yıl boyunca diferansiyel ve integral hesapları belgelemek için yazarak onları bir fihrist ile açıkladılar. Bunlar ortaklaşa yapılmış analiz üzerine bilimsel incelemelerdi."[5] Bu gruba ilk dâhil olanlar Jean Dieudonné, Henri Cartan ve Jean Delsarte'dir. Dieudonné grubun sekreteriydi. Acayip bir şekilde gruplarının ismini "Nicoas Bourbaki" koymaya karar verdiler. "Nicolas Bourbaki" matematikçi olarak çok ünlü olacak uydurma bir isimdi.

On yıllarca Bourbaki tarafından basılan her kelime, Dieudonné'nin kaleminden son düzeltmeyle ortaya çıktı. Kötü şöhretli bir biçimde iri, gürültücü ve dogmatikti. Her kelimeyi hatırlamaktan ziyade her kelimenin bulunduğu sayfayı hatırlıyordu. Diğer üye Henry Cartan, bazı kompleks değişkenlerin fonksiyonu olan Lie grubu üzerine uzmanlaşmış, zamanının önde gelen matematikçilerinden biri olmuştur. Sammy Elenberg ile, kategori teorisinin ilk ve en önemli patlaması olan bir kitap yazmıştır. Babası ünlü geometrici Élie Cartan'dır. Élie'nin babası, Henry'in büyükbabası demirciydi.

Fransız matematiğini yenileme ve modernize etme hedefleri çok daha hırslı bir amaca dönüşmüştür. Analitik fonksiyon teorisine odaklanan klasik Fransız geleneğinde sıkışmış olduklarını düşünüyorlardı. Jacques Dieudonné şöyle yazmıştır:

"Birinci Dünya Savaşı genç Fransız bilim adamları için berbat bir katliamdı. École Normale'nin savaş zamanı rehberini açtığımızda, listedekilerin üçte ikisinin savaş tarafından yok edildiğini işaret eden çok büyük kayıplar bulduk. Biz savaşa katılmak için çok gençtik. Fakat savaş bittikten sonraki yıllarda üniversiteye gittiğimizde, büyük rehberliğimizi, ölmeselerdi kendilerinin çok iyi bir geleceği olacak olan bu genç matematikçilerden aldık. Bunlar vahşice yok edilen veya etkisi büyük yıkıma uğrayan genç adamlardı. Açıkça, önceki kuşaktan, bugün gururlandığımız ve saygı duyduğumuz bazı bilim adamları hâlâ yaşıyor ve hâlâ son derece aktiflerdir. Fakat bu matematikçiler, daha büyük değillerse en az 50 yaşındaydı. Onlarla bizim aramızda bir kuşak vardır. 50 yaşındaki bir matematikçinin, 20 veya 30 yaşlarında öğrendiği matematiği bildiğinden kuşku duyulmaz. Fakat sadece sıklıkla belirsiz, kendi döneminin kavramlarına sahiptir. Bunu olduğu gibi kabul etmemiz ve bunun hakkında bir şey yapamayacak olmamız bir gerçektir. (1970'de Dieudonn bu makaleyi yayımladığında 64 yaşındaydı.) 1900'lü yıllardaki matematiği bize öğretecek mükemmel profesörler vardır. Fakat 1920'li yılların matematiği hakkında çok fazla şey bilmiyoruz. Savaşı takip eden yıllarda Alman matematik okulunun tamamı fevkalade parlaklığa sahiptir... Fransa'da onlar hakkında hiçbir şey bilmiyoruz. Sadece bu değil, hızlıca gelişen Rus okulu, yeni doğan parlak Polonya okulu ve bazı diğerleri hakkında hiçbir şey bilmiyoruz. Aynı şekilde ne F. Riesz, ne de von Neumannn hakkında bir şey biliyoruz. Tek istisna Elie Cartan'dı, fakat onun zamanından 20 yıl uzaklıkta olduğumuz için, o da kimse tarafından anlaşılamamıştır."[6]

Weil ve Chevalley, Emmy Noether başkanlığında Göttingen'de doğan modern soyut cebir ruhu ile benzeşmeye çalıştılar. Emmy Noether önderliğinde Emil Artin'in iştiraki ile Hollandalı matematikçi B. L. Van der Waerden büyük bir kitap olan Mo-



Resim 6-1. Heinrich Behnke ve Henri Cartan.

dern Cebir'i yazmıştır. Van der Waerden'ın kitabı organizasyon ve özgünlüğün başyapıtıdır. Her şey ne zaman ve nerede olması gerekiyorsa oradadır. Hiçbir şey tekrarlanmamıştır ve başka bir kitabın referans alınmasına gerek yoktur. Bu stil, Bourbaki için ideal bir tarz oluşturur: tam olarak kendi içini kapsar, gereksiz yorumlardan ve açıklamalardan kaçınmıştır, geometrik düşünme kullanımı için diyagramlardan ve çizimlerden faydalanılmıştır. Ve fizikle bir bağlantı kurulmasından korunum olarak ihtimamlıdır.

İlk başlarda ayda bir buluşuyorlardı. Ortaklaşa yazmak istiyorlardı. Her başlığı "alan, işlem, küme ve grup" olan bir fikirle tanıtmayı amaçlamışlardı. Henry Cartan, matematiğin bütün önemli dallarında, hiçbir şeyin verildiği gibi kabul edilmeden ve temel ilişkileri anlaşılır bir şekilde yaparak kapsamlı bir çalışma için zamanın hazır hale geldiğini yazmıştır. Sadece gençlerin altı çizili düşünceleri yapabileceğini kabul etmiştir. Onlar zorlukların farkındaydılar. Doğrusu, bu tür bir ele alma tek bir insanın gücü ötesindedir. Bu yüzden komünal çaba gerekecektir.

Her bir kişinin tek bir uzmanlık alanında yazması olan alışılmış çalışmayı seçmediler. Bunun yerine tüm grup bir başlığı tartıştı. Bu uzun münazaralara götürdü ve sonunda herhangi bir çalışmayı kimin yazdığını anlamak imkânsız hale geldi. İş doğru mantıkta kolektif bir çaba haline geldi. Üyeler yurtdışından elde ettikleri fikir ve metotları ortaya koydular. Merkezi Paris teşkilatlarından özgür düşünmelerine yardımcı olan taşra üniversitelerinde öğretim veriyorlardı. Var olan enstitülere bilinçli olarak karşı çıkıyorlardı. Üniversite dışında buluşuyorlardı, ve alana hakim olan matematikçilere göre zamanında marjinal gelen bir yayıncı (Hermann) seçmişlerdi.

Bununla beraber, bu adamlar, Fransız matematiğinin önderliği için heves eden büyük bir hiyerarşik sistemdeki elit gruptu. Nitekim 30 yıl içinde, Bourbaki, Fransız matematiğine hâkim hale geldi. Bazı başka ülkeler için de çok etkili oldular. Tarzları ve tecrübeleri bu tür ileri çalışmalar için sadece standart hale gelmedi, aynı zamanda kolej, lise ve ilkokul eğitimine de sızdılar. Birleşik Devletlerde School Mathematics Study Group (SMSG) olarak bilinen "yeni matematik" projesi, Bourbaki'nin bir şubesiydi. Kasım 1959'da, Fransa'da Asnieres-sur-Oise'daki Cercle Culturel de Royaumont'ta Fransız matematik eğitiminin reformunu konu alan bir konferansta, Dieudonné bağırarak ayağa kalkmış, "Öklid'e lanet olsun! Üçgenlere ölüm!" demiştir. Onların düşüncesine göre geometri liselerden çıkarılmalı yerine lineer cebir konmalıydı. Dieudonné 50 yaşından büyüktü ve Bourbaki'nin aktif üyesi değildi.



Resim 6-2. Bourbakici Jean Dieudonné.

Royaumont konferansının başkanı ve "yeni matematiğe" rehberlik eden önderlerden biri olan Marshall Stone, Chicago Üniversitesi'ndendi. Stone, kendisinin bakış açısını çok güzel bir şekilde özetlemiştir. Ona göre modern bir matematikçi, onun konusunu şu şekilde karakterize eder, "genel soyut sistemlere çalışma, öyle ki bu sistemlerden her biri özel soyut elementlerden inşa edilir ve belirtilmemiş değerlerin varlığı ile yapılanır, fakat bunların arasında anlamı açıkça belirtilen ilişkiler vardır." Stone'un bu soyut imanı Bourbakizm'in mükemmel bir özeti gibidir.

Bourbaki hiçbir uygulamalı matematiği içermez, fiziği tamamen görmezden gelir ve ondan sakınır. Weil 1926'da Göttingen'de, burada dünya fizikçilerinin kuantum mekaniğinin doğması ile heyecanıyla dolduğu zamanda yaşadı. Daha sonra yazdığı gibi, hâlâ etrafında neler olduğunun farkında değildi.

Bourbaki serilerinin birinci cildi *Matematiğin Öğeleri* 1939'da yayımlandı. Fakat toplantıları II. Dünya Savaşı ile kesintiye uğradı. Savaştan sonra, 1983'e dek her yıl bir iki cilt yayımlandı. Bazı ciltler çok uzundu. İlk ciltler küme teorisi, cebir, genel topoloji, başlangıç hesapları ve integrasyon teorisi hakkındaydı. İlk başlarda bazı üyeler matematiksel mantık başlığına bile karşı çıktılar. Chevalley onların fikrini değiştirmeyi başardı. Daha son-

raki ciltlerde Lie grubu ve tam karşılıklı cebir konuları işlendi. Cartan'ın 1950'lerdeki çalışma metotlarını tanımladığı gibi, üyeler Bourbaki kongrelerinde yılda üç kez buluşuyorlardı. 12 katılımcının sekiz tanesi şehrin gürültüsünden uzak, sessiz bir yerde toplanıyorlardı. İki toplantı birer hafta, üçüncüsü ise yaz aylarında olmak üzere 14 gün sürüyordu. Günde ortalama 7 veya 8 saat çalışıyorlardı; geri kalan zamanda yürüyüp akşam yemeği yiyorlardı. Katılımcıların aynı anda konuşmaya başlaması yaygındı.

Ciltler altı veya sekiz bölümden oluşuyordu, her bölüm ayrı bir kişi tarafından yazılıyordu. Önemli başlıkların ele alınış biçimi geçerli bulunan münazaralardan sonra değiştiriliyordu. Dieudonné 1970'te şöyle yazmıştır:

> "İki adam arasında yirmi yaş fark olmasına rağmen genç olan, sorudan bir şey anlamadığını düşündüğü daha yaşlı olanı sürükleyebilirdi. Gülümsemeyle kabullenmeyi bilmek gerekir. Bazı yabancılar, delirmiş erkeklerin toplanması gibi bir izlenim veren Bourbaki toplantılarına izleyici olarak davet edilirdi. Bu insanların, matematik konusunda zekice bir şeyler söylemek için, bazen üç veya dördünün aynı anda nasıl bağırdığını hayal edemezsiniz... Bazen bir konuyu altı, yedi, sekiz veya on kez tartıştığımızda, herkes o kadar yorgun olurdu ki o konunun yayımlanmasına oy birliği ile karar verilirdi... Yaş limiti yüzünden bazı üyelerin yer değiştirmesi hakkında bazen endişelerimiz olurdu... büyük bir gelecek vaat eden genç değerler hemen fark edilirdi. Böyle bir zamanda o genç matematikçi denek olmak için bir kongreye davet edilirdi. Bourbaki tartışmasını oluşturan ateş topu ile bitkin genç adam dize getirilirdi. Sadece anlaması yetmezdi, katılması da gerekirdi. Eğer sessiz ise bir daha davet edilmezdi."[7]

Kitaplarının ölümüne ciddiyeti, birbirleriyle buluşmalarının kaygısız bir mutluluk olduğuna dair bir ipucu vermezdi. İkinci

kez basılan *Matematiğin Öğeleri* ticari bir başarı haline gelince, kraliyet seyahat, şarap ve ders dışı aktiviteler gibi işlerinin masrafları ödedi.

İç haber bültenleri *La Tribu*'ya göre, satranç, langırt, voleybol ve frizbi oynadılar. Dağ, bisiklet ve yüzme gezintilerine gittiler ve hareketli içki âlemleri yaptılar. Kelebek avına ve mantar toplamaya çıktılar. Güneşlendiler, lezzetli yerel yiyeceklerle karınlarını tıka basa doyurdular ve çok sarhoş olana dek içtiler-kanyak, şampanya, rom ya da şarap. Bir keresinde yeteri kadar şarap mideye indirdikten sonra üyelerin, erkeklerin yaptığı güçlü Fransız kankan dansı ve şehvetli göbek dansı yaptıklarının görüldüğü rapor edilmiştir.

Cartan, Bourbaki'nin yakın işbirliğinin, bir topluluk ve arkadaşlık hissi, tam bir samimiyet ve her bir bireyin grubun iyiliği için kendi egolarından geçici olarak kurtulmalarını sağlayan iyi kalplilik gerektirdiğini vurgular. İş ortaklığı gruplarının çalışmalarında, sosyolog Michael Ferrell, düşünceli kritik ve coşkun seyircilerin rollerini anlatır. İş ortaklığı üzerine yazmış diğerleri ile birlikte, en önemli özelliğin güven olduğunu vurgular. Bourbaki'yi oluşturan matematikçiler birbirleri için bu kaynakları sağlamıştır. Sakin dinleyiciler ve güçlü münazaracılardır ve dikkate değer bir biçimde, onları birbirine bağlayan vizyonu sürdürme yetisine sahiptiler.

Katılımcılar aynı zamanda yeni iştiraklerin tazeliğini kurban vermeksizin grup uyumunu bir arada tutmak hakkında dikkatlice düşünüyordu. Her üyenin 50 yaşına gelince gruptan çıkması için bir kural getirdiler, böylelikle Bourbaki'nin dört kuşağı da başarılı oldu. Öğrenci, grup tarafından kimliği belirlenmiş şekilde varlığını sürdürürdü. Ulusal ve uluslararası matematiksel kuruluşlarda bireyler olarak da yüksek fark edilirliklerini de devam ettirirlerdi. İlk bahsedilen dışarıdakiler güçlü içeridekilere dönüşürdü! Bu tür kuruluşlara karşı çıkan düşüncenin yükselmesiyle, kuruluş bazıları için sorun yaratır hale gelmiştir. Fakat yıllarca başlarındaki görevlerine sıkışmışlar, grubun gücü ve saygınlığı hakkında iç gerginliklerini görmezden gelmişlerdir.

Anarşist Chevalley'e, nihayetinde iktidar olmaya yönelten bir projeye katılmanın nasıl hissettirdiği sorulmuştur. Bu getiriyi üreten üyelere karşı birçok kırgınlığı olduğunu söyleyerek Chevalley soruyu cevaplandırmıştır. Başlangıçta, kongre giderleri üyelerin ceplerinden karşılanıyordu. Fakat sonra çok değerli giriş ücretleri vardı. Bunun bir nedeni dejenerasyondu. Savaştan önce kimsenin kariyer konularından bahsetmediği anlaşıldı. Fakat savaştan sonra gençleri de kongreye getirmeye başladıklarında, doğal olarak kariyerlerinden endişe duydular. Azar azar herkesin kariyeri konuşuldu. Son çöp, Dieudonné'nin söylediği gibi matematiksel bir reform için propaganda yapmaktı.

Grup dördüncü kuşağa ulaştığında, ortak odak alanları ve çalışma biçimleri zayıflamıştı. Ve üyeler kendi ilgi alanlarına doğru uzmanlaşmışlardı. 1970'lerin sonlarında, Bourbaki stili o kadar iyi yayılmış ve anlaşılmıştı ki herkes bu ruha uygun yazmanın nasıl olduğunu biliyordu. Bu aşamada grup normal seyrini izlemekteydi. Üyeler yeni işlere girişmekten ziyade, geçmiş ciltleri düzeltme ve güncellemeye karar verdiler.

Hayatını dördüncü bölümde tanıttığımız Alexandre Grothendieck, Bourbaki'nin üçüncü kuşağındandı. *Récoltes et Semailles*'te şunları yazar:

> Altmışlar boyunca Bourbaki'nin tonu göze çarpan bir şekilde elitizme kaydı, bu benim de içinde yer aldığım bir değişiklikti... 1970'de daha düşük sınıflar arasında Bourbaki'nin matematik dünyasında hiç popüler olmadığını fark ettiğimde, hissettiğim şaşkınlığı hâlâ hatırlıyorum. Bourbaki ismi aşağı yukarı neredeyse elitizm ve kesin dogmatizm ile aynı anlama geliyordu. Grubun kuraldışı kalitesi ortadan kalkmış, daha fazla devam etmiyordu. Bunun ne zaman öldüğünü bilmiyorum, kimse ayırdına varmadan matem çanlarını çalarak öldüğüne eminim. Üyeler arasında fark edilmez bir bozulmanın ortaya çıktığını tahmin ediyorum – herkes yıllar boyu bir şekilde içeri girmiş, vadesi geçmiş olmalıydı. Önemli, şöh-

retli, güçlü, korkulan, arkasından bakılan oldu. Belki kıvılcım hâlâ vardır, fakat masumiyet yolda kayboldu... Ve itibar da kayboldu. Öğrencilerimiz olduğunda, en iyisi için birini geçirmek için zaman çok geçti – kıvılcım hâlâ vardı ama masumiyet kalmamıştı.[8]

1997'de üçüncü kuşak üye Pierre Cartiere'ye, 1983'ten beri Bourbaki'nin niye yeni hiçbir şey yazmadığı soruldu. Bourbaki ile onun yayıncısı arasında telif ve tercüme haklarıyla ilgili uzun ve hiç olmayan bir hukuk davası ile sonuçlanan bir çatışma olduğunu söyledi. Ama 1980'lerin doğal bir limit de olduğunu ekledi. André Weil, her üyenin ellisinde gruptan ayrılması gerektiği konusunda ısrar etti. Böylece Bourbaki de elli yaşına geldiğinde emekli olmalı ve dağılmalıydı. Fakat ana sebep Bourbaki'nin hedefine ulaştığını görmesiydi: matematik için, tüm var olan dayanakları sağlamıştı.

Cartier, Bourbaki'nin yükseliş ve inişini ideolojik açıdan analiz etmiştir. Liderlerinin limitsiz geleceği olduğunu düşündükleri, 20. yüzyılın diğer kuvvetli ideolojilerini temsil etmişlerdi:

> "Bourbaki, yeni Öklid idi, önündeki 2000 yıl boyunca yeni kitaplar yazacaktı... Bourbaki'nin 30'lardan 80'lere kadar sürmesi bir rastlantı değildi. Rus sistemi de 1917'den 1989'a dek sürmüştü. 20. yüzyıl ideoloji ve ideolojik yaş asrı olmuştu. Ben matematiğe başladığımda bir matematikçinin en önemli görevi Thomas Kuhn'un belirttiği gibi normal bilimi yaratmak için var olan materyali düzenlemek ve sentez yapmaktı. Şu an biz yeni bir devrimin başlarındayız. Matematik ana değişiklikler geçiriyor. Nereye gideceğini kesin olarak bilmiyoruz ve şu an bunları sentezlemek için doğru zaman değil. Belki yirmi otuz yıl sonra yeni bir Bourbaki'nin zamanı gelecektir. Kendimi her iki dönemi de görmüş biri olarak çok şanslı görüyorum. Normal bilim çağını ve bilimsel devrim çağını..."[9]

Farklı bir perspektiften birisi Bourbaki'nin yaklaşımını, metafiziksel ve nesnel argümanlar gözlenebilen verilere dayanmıyorsa, anlamsızdır diyen bir felsefe olan mantıksal pozitivizm ile kıyaslayabilir. Her ikisinde de üyeler, toplulukların uyum, açıklık ve zihinsel sınırlar için kavga ettiğini düşünüyor. Onların saf rasyonellik için vurgusu, çevrelerindeki kaotik dünya ile keskin bir şekilde tezat teşkil eder.

Bilimsel keşifleri analiz eden biyolog Ludvik Fleck, işçiliğin paylaşımı, ortak çalışma, dayanışma, hazırlık işleri, teknik asistanlık, fikirlerin iki taraflı değişimi ve münazarayı, içinde çok daha fazla bilgi olan kolektif olarak tanımlamıştır. Fakat sosyal olarak organize bilme stilinin tüm bu avantajlarına rağmen, Fleck aynı zamanda düşünülen bu kolektif faaliyetin durağan ve yeni keşiflere karşı koyan bir hale geldiğini de söylemiştir. Bourbaki'de benzer bir büyüme ve düşüş not edilebilir. 20. yüzyılın başlarında Fransız matematiğinin kurulmuş şekline karşı çıkan asilerdi. Dikkatlice organize edilmiş bir grup olarak alanlarında ihtimamlı bir sistem geliştirmekte başarılı oldular. Fakat yeni keşifler ve fizik ile matematik arasında artarak önem kazanan karşılıklı etkileşimi hariç tutma yaklaşımları verimliliğini kaybetti. Aynı döneme ait matematik, daha değişken teori ve uygulama yaklaşımları ile çok daha fazla boyutluydu. Bourbaki, entelektüel değişimi başarmak için disipline olmuş grup çabasının çekici bir örneği olarak kalmıştır.

Gönüllü matematik topluluğuna bir sonraki örnek, 1930'larda Budapeşte'de Paul Erdós tarafından önderlik edilen Anonymous grubunu anlatacağız.

Anonymous Grubu

Macar matematikçi Paul Erdós, arkadaşları ve çalışma ortakları ile ünlüdür. Daha genç bir üniversite öğrencisiyken 10 genç insanla Budapeşte'de bir parkta her hafta buluşurdu. Toplantı yerleri, adı bilinmeyen bir 15. yüzyıl tarihçisine ait heykelin

yanındaydı, bu yüzden Erdós grubu "Anonymous" (Adsız) olarak adlandırıldı. En önemli Avusturya matematikçilerinden biri haline gelen bir üye, George Szekeres bu toplantıları büyük bir bağlılıkla hatırlar: "Belki haftada bir buluşurduk ve bilinen bir kitaptaki problemler üzerinde yol almaya çalışırdık. Bu matematiksel analiz hakkındaki bir problem derlemesiydi ve bu problemleri birinden sonra diğeri olacak şekilde çözmeye çalışırdık. Söylemeliyim ki bu olağanüstü bir deneyimdi."

Grupta kimi genç kadınlar da vardı. Bunlardan biri olan Eshter Klein, daha sonra Ramsey teorisi olarak bilinecek problemleri gruba tanıştırarak, gruba önemli bir katkı sağlamıştır (İlk başta İngiltere'deki Frank Ramsey'in bu sorularla uğraştığını bilmiyorlardı.) Ramsey tipi soruların en basit durumlarında, altı kişilik bir parti düşünürüz. Misafirlerden üçü birbirlerini tanımazken, diğer üçü birbirleri ile ilk defa tanışıyordu. Partide daha fazla kişi olunca sayılar daha kötüye giderdi. Gelecekte karısı olacak Esther'in soruyu sorma yönteminden Szekeres'de merak uyandı. Biraz çabayla problemin ilk kısmını çözdü, fakat bazı bölümler hâlâ çözülmemişti. Erdós bu problemi, Szekeres ve Klein'in evlilikleri sebebi ile "mutlu son" olarak isimlendirdi. Szekeres ve Klein, Naziler yüzünden Sibirya ve Şangay yolu ile Avusturalya'ya kaçtılar. Orada Macar tipi problem yarışmalarına esin verdiler.

Tüm grup üyeleri, kombinasyonlar, grafik teorisi ve sayı teorisini içeren ayrık matematikteki problemlere ilgi duyuyordu. Her sayıda zor bir problem yayımlayan ve başarılı problem çözücülerin isim ve fotoğraflarını listeleyen *Mathematics Journal for Secondary Schools* sayesinde birbirleri ile tanıştılar.

Büyük depresyonun bir sonucu olarak ve Yahudi akademisyen kontenjanları yüzünden, bu genç matematikçilerden hiçbirisinin düzenli bir işi yoktu. Erdós'un anne ve babası lise matematik öğretmeniydi ve onlar için özel ders ayarlayabiliyorlardı. Grup üyeleri ve Erdós'un ilk işbirliği yaptığı kişiler olarak Pàl Turàn, Tibor Gallai ve George Sekeres kendi alanlarında li-

derlik eden matematikçiler olacaktı. Màrta Wachsberger, Géza Grünwald (1910-1943), Anna Grünwald, Andràs Vàzsonyi, Annie Beke, Dénes Lazar, Esther (Eppie) Klein ve Làszlo Alpàr diğer grup üyeleridir.

Alpàr Paris'e gitti. Orada komünist olmakla suçlanıp hapse atıldı. II. Dünya Savaşı sona erdiğinde Komünist Macaristan'a, evine döndü ve Stalin rejimi yüzünden yine hapse girdi. İkinci defa hapisten çıktığında, matematiği ilk defa bütün zamanını kapsayacak şekilde ele aldı.

II. Dünya Savaşı boyunca Turàn faşist bir esir kampında hizmet etti. Bundan önce ve sonra parlak bir matematik hayatı oldu. 1976'da öldüğünde, uluslararası matematikte ana figürlerden biri haline gelmişti. Bölüm 3'te esir kampında matematik ile uğraşısı ele alınmıştı.

Alpàr, Erdós, Szekeres ve Klein Holocaust'tan önce Macaristan'ı terk etti. Kalanlardan yaşayanlar Vàzsonyi, Gallai ve Turàn'dır.

Göttingen

Göttingen, Almanya'nın başkenti Berlin'den uzaktadır; Hainberg'in eteklerinde küçük bir kırsal şehirdir. Göttingen Üniversitesi, 1737'de Hannover prensi ve İngiltere kralı George II. August tarafından kurulmuştur. Bu yüzden bazen Georgia Augusta olarak da adlandırılır. 1866'da Hannover ve onun müttefiki Avusturya, Prusya ile yaptıkları savaşta yenilince Göttingen Prusya'nın bir parçası haline geldi. Matematiğin prensi Carl Friedrich Gauss, on yıllarca müdürü olarak çalışmıştır. Onu, kendini matematiğe adamış Peter Gustave Lejeune Dirichlet takip etti. Gauss'un öğrencisi ve Dirichlet'in arkadaşı olan George Friedrich Bernhard Riemann ise Göttingen'de çalışan üçüncü büyük matematikçidir. Fakat Gauss, Dirichlet ve Riemann'ın birkaç öğrencisi olmuştur. Etrafları dahi matematiksel bir toplulukla çevrilmemiştir. Göttingen'de çok disiplinli bilimsel

merkezi kurmayı tasarlayan Felix Klein yaşına göre büyük bir başarı kazanmıştır. Daha önce hiç duyulmamış olan erken zamanda Klein Erlangen'de profesör olduğunda 23 yaşındaydı. Günümüzde, öğrenciler simetri gruplarıyla tüm geometriyi birleştirip sınıflayan Erlangen programını öğrenmektedirler. 1881 ve 1882'de otomorfik fonksiyonları geliştirmek için Henri Poincaré ile ciddi bir biçimde yarışmıştır. Daha sonra şöyle yazmıştır:

> "İşim için ödemem gereken bedel çok yüksek oldu, sağlığım tamamen bozuldu. Sonraki yıllarda uzun ayrılıklar yaşadım ve tüm verimli aktivitelerimden feragat etmek zorunda kaldım. 1884 sonbaharına dek hiçbir şey iyi gitmiyordu; daha önceki verimlilik seviyeme hiçbir zaman ulaşamadım. Daha önceki fikirlerimi ayrıntılı hale getirmek için hiç geriye dönemedim. Daha sonra, Göttingen'deyken, iş alanımı genişletmek için bilimimizi organize eden genel görevlere geri döndüm... Benim kuramsal matematikte gerçekten verimli aktivitelerim 1882'de yok oldu. Bunu takip eden her şey, olabildiği kadar safça açıklayıcı olmadı, bunun yerine tamamen detaylara çalışmanın bir konusu oldu."[10]

Kendini toparladıktan sonra, Klein hâlâ büyük bir öğretmen ve yorumcuydu. Fakat bundan daha fazla, Alman matematiği için güç simsarı ve oyun kuruculuk görevlerini yapan tahtın arkasındaki kuvvet haline geldi. 1880'den 1920'deki ölümüne dek, yüksek eğitimin Prusyalı sisteminin başı olan Friedrich Althoff ile Klein, Alman üniversitelerinde matematiksel pozisyonlarda söz sahibi oldu.

Alman endüstri ve biliminin büyüyen ihtiyaçlarını zihninde tutarak, Klein Göttingen'in farklı bir matematik merkezi olmasını hayal etti. Burada matematikçiler fizik, mühendislik, biyoloji ve felsefe konularında etkileşim içine gireceklerdi. Böylece analist Karl Weierstrass, cebirci G. Georg Frobenius ve sayı teorisyeni Leopold Kronecker kontrolündeki Berlin Üniversitesi'ne bir alternatif sağlayacaktı.

David Hilbert, Klein'in Almanya'nın ihtiyacı olan türde matematikçi kavramına örnektir. Göttingen'e 1895'de girmiştir. Matematikçi olarak kişiliği, ilmi, irfanı ve olağanüstü genişliği ile tarihteki en göze çarpan matematik topluluklarından birinin merkezi ateşi haline gelmiştir. Matematiksel araştırmalara ilk büyük katkısı cebirsel sayı teorisi ile olmuştur. Daha sonra geometrinin kuruluşuna, integral eşitliklerine, görecelik teorisine, mantığa döndü. Her alanda esaslı katkılar sağladı. Ve bu alanların hepsinde daha genç matematikçilerin de kendi katkılarını koyması için onları cesaretlendirdi. Göttingen'in tüm hikâyesi Constance Reid'in kitabında anlatılır.

Reminiscences from Hilbert's Göttingen kitabında Richard Courant şöyle yazmıştır.

"Eski kayıtları okursanız, bir Göttingen profesörü ve özellikle eşi, yarı tanrı ve çoklukla sınıf bilinci içindeki kişilerdir. Hilbert Göttingen'e geldi ve bazılarını çok sinirlendirdi. Daha yaşlı profesörlerin eşleri buluştu ve "Yeni gelen matematikçiyle ilgili haberleri duydunuz mu" diye konuştular. "Buradaki tüm durumu alt üst ediyor. Daha önceki gece üniversitenin maaş bordrosunda olmayan kişilerle bir restoranda bir araya gelip bilardo oynarken görülmüş diye duydum." Bir profesör için, daha genç insanlarla kişisel olarak dost olmak için kendi seviyesini düşürmesine tamamen imkânsız gözü ile bakılıyordu. Fakat Hilbert bu geleneği kırmıştır. Ve bu bilimsel bir hayat yaratma karşısında atılan çok büyük bir adımdı. Genç öğrenciler onun evine geliyor ve onunla çay içip akşam yemeği yiyorlardı. Bayan Hilbert asistanlar, öğrenciler vb. için çok büyük akşam yemeği partileri veriyordu. Hilbert öğrencilerine gidiyordu. Hatta gelmek isteyen herkesin katılabildiği, ormanda yapılan uzun gezintiler düzenliyordu. Buralarda siyaset ve ekonomi tartışıyorlardı.

İsteyen Hilbert'in bahçesine gidip onu ziyaret ediyordu. Tüm zamanını bahçeyle geçiriyordu. Bahçe işleri ve küçük

işlerle tüm zamanını harcıyordu. Belki 6 m uzunluğundaki uzun bir tahtaya gidiyor, böylece oradan buraya yürürken ve çiçek tohumlarını ekerken matematik de çalışabiliyordu. İnsan onu tüm gün izleyebilirdi.

... Eşsiz ve esin veren bir konuşmacıydı... Onu bazen matematiğin en basit sorularıyla boğuşurken ve sonucunu bulurken izleme şansına sahip olabilirdiniz. Bu, mükemmel performanstaki konuşmalarından daha esin vericiydi. En şaşırtıcı olan şey, ilgilerinin büyük çeşitliliği ve geniş yelpazesiydi... Somut ve sezgisel bir matematikçi olarak bir ilke yaratmış ve onu çok bilinçli bir şekilde kullanmıştır: eğer bir problemi çözmek istiyorsanız, problemde işe yaramayan her şeyin üzerini çizin. Onu basitleştirin ve yapabildiğiniz kadar çekirdeğinden kopmadan özelleştirin. Bu şekilde basit, olabildiğince basit hale gelecektir, sonra onu çözebilirsiniz. Genelleme yapmak çok fazla dikkat vermemeniz gereken değersiz bir şeydir. Hilbert'in ilkesi onun ve bunu ondan öğrenen diğerleri için son derece yararlı olmuştur. Fakat ne yazık ki unutulmuştur."[11]

Hilbert, başka disiplinlerden olan meslektaşlarına, Macaristan, Amerika, Rusya ve Japonya'dan öğrencilere olmak üzere her yerden gelen problem ve fikirlere açıktı. Herman Minkowski ve David Hilbert, Einstein'in genel görelik teorisi karşısında büyülendiler. Minkowski, görelik teorisine dört boyutlu uzay-zaman yorumları ile katkıda bulundu. Modern soyur cebirin baş yaratıcısı Emmy Noether, Hilbert'in araştırma topluluğuna tamamen kabul edilmiştir. Noether, bilimsel kişiliği için uygun olabilecek takdir edilmesi gerekirken, bir kadın olduğu için akademik bürokrasi tarafından reddedilmişti. Grace Chisholm İngiltere'den gelip Göttingen'e katıldı. Daha sonra Birleşik Devletlerden John Pierpont Morgan, Willard Van Orman Quine ve Saunders Mac-Lane geldiler. Hayatları Hilbert ve Courant gibi çok tanınmayan diğer üç katılımcıya da odaklanacağız. Bunlar Teiji Takagi, Fritz John ve Kurt Friedrichs'tir.

Göttingen'e gelen en ilginç ziyaretçilerden birisi, Tokyo'dan gelen parlak matematik öğrencisi Teiji Takagi'dir (1875-1960). Mayıs 1898'de, eğitim bakanlığından aşağıdaki mektubu aldı: "Matematik çalışmak üzere üç yıllığına Almanya'ya gideceksiniz." Japonya 19. yüzyılın sonlarında hâlâ batılılaşmanın erken dönemini yaşıyordu. Takagi'ye Almanya'ya gitmesi emredildiğinde, bu Japon genç için çok büyük bir onurdu.

1900'ün baharında, Berlin'de geçirdiği üç sömestrden sonra, bir arkadaşının okuduğu Göttingen'e gitti. Takagi, Hilbert'in çalışmasından etkilendi ve Göttingen'de daha fazla kalmak için takvimini değiştirdi. Takagi daha sonra şunları yazmıştır: "Göttingen ve Berlin Üniversitesi'nin matematik departmanlarının atmosferindeki vurucu tezatlık karşısında şaşırmıştım. İlk olarak görünen, dünyanın her yerinden gelen parlak gençlerin oluşturduğu bir grup ile haftada bir gün toplantı yapılmasıydı. Sanki burası matematiksel dünyanın merkeziydi."[12] Daha geleneksel olan Berlin'e hiç benzemiyordu.

Cebirsel Sayı Alanlarının teorisi (Theory of Algebraic Number Fields) kitabında Hilbert, saklı ve güzel genel kanunların bulunduğu "karşılaştırmalı Abelyen alanları" gibi alanında en çekici konuyu sunmuştur. Bu kitap, Takagi'nin matematik hayatında kutsal kitabı olmuştur. (Hilbert'in kendisi integral eşitlikler konusuna geçmiştir.) Göttingen'de Takagi, projesi üzerine bazı çalışmalar yaptı ve bunları yayımladı. Almanya'da 5 yıl kaldı. Daha sonra evine, Japonya'ya döndü, evlendi ve Japonya'nın en saygın matematik profesörü oldu. Altı tane çocuğu oldu. Fakat verimli olmak için motivasyona ihtiyacı vardı. Japonya'da cebirsel sayı teorisi hakkında konuşabileceği kimse yoktu. I. Dünya Savaşı çıktığında, her şey çok daha kötüleşti. Artık Almanya'dan matematiksel dergiler de alamıyordu. Garip bir biçimde bu şiddeti artan yalnızlık ve tecrit onu motive etti! Savaş boyunca tüm araştırma bağlantılarıyla ilişkisi kesilmişti, alan teorisi üzerine iki büyük makale yazdı. Birkaç yıl içinde fikirleri, Avrupa'da anlaşıldı ve takdir edildi. Anahtar olay, sayı



Resim 6-3. Taiji Takagi, Japon cebirsel sayı teorisyeni.

teorisi üzerinde uzmanlaşmış Alman matematikçi Carl Ludwig Siegel'in (1896-1981) Takagi'nin çalışmalarını ünlü meslektaşı Emil Artin'e göstermesi oldu.

1932'de Takagi Japonya Bilim Konseyi'nin bir delegesi olarak Avrupa'ya gönderildi. Viyana'da onu Olga Taussky karşıladı. Annesi ve kız kardeşi ile sıcak bir karşılama sağlayacak şekilde onu birkaç defa dairesinde akşam yemeğine çağırdı. Hamburg'da, bir öğrencisi olan Shokichi Iyanaga, onu Emil Artin ile tanıştırdı. Ve Takagi, Artin'i alçakgönüllülüğü ve büyük bir bilimadamı oluşuyla etkiledi. Daha sonra Artin'in eşi Natascha şöyle yazar, "Takagi'yi çok sevdim." Göttingen'de Takagi'ye Emmy Noether eşlik etti. Burada karaciğer hastalığı ile mücadele eden ustası Hilbert'i ziyaret etti. Takagi şunları yazmıştır: "Eski ustamı, kendisi ile konuşuyormuş gibi mırıldanırken gördüğümde kalbim sızladı." Zürih'teki Uluslararası kongrede, Takagi yardımcı başkanlardan biriydi. Bu kongrede Field madalyası olarak bilinen ödül, Takagi'yi de içeren beş kişinin hükmünde ilk defa verildi.

Takagi'nin kaldığı, Zürih Gölü'nün yakınındaki Eden Otel'inde, Şubat'ın 11 veya 12'sinde daha sonraları en iyi zamanları olarak hatırladığı bir akşam yemeği partisi verdi. Japonya'daki karısına

bu yemek ile ilgili partide içilecek şarapları nasıl seçtiğini anlatan bir mektup yazdı. Misafirleri Chevalley, Helmut Hasse, Shkichi Iyanaga, Y. Mimura ve karısı, M. Moriya, M. Nagano, Emmy Noether, Olga Taussky, N. G. Chebotaryev ve B. L. Van der Waerden'dı. Bu ünlü matematikçileri bir masa etrafında toplayan Takagi'nin mutluluğunun sebebini, belki kendi ülkesindeki meslektaşlarını motive etmekten alıkoyan uzun dönemli tecritten kaynaklandığını düşünebiliriz.

İki ay sonra Naziler Almanya'da birinci parti haline geldiler. 1934'te Olga Taussky İngiltere'ye ve 1937'de Birleşik Devletlere gitti. Takagi Japonya'nın bombalanması ve istilasında hayatta kaldı. II. Dünya Savaşı'ndan sonra Takagi'ye ilk mektup, onun güvenliğini soran Olga'dan geldi. Takagi 28 Şubat 1960'da 84 yaşındayken öldü. Cenazesine yaklaşık 1000 kişi katıldı.

1920'lerde Göttingen'in önemli ziyaretçilerinden bir diğeri, Rus topolog Pavel Sergeevich Aleksandrov (1896-1982) idi. Daha sonra Moskova Eyalet Üniversitesi'nin matematik doktora programının başında geçecekti. Aleksandrov, Courant Matematik Enstitüsü'nün çekici özelliklerinden birisinin, tek takım haline gelmiş üyeleri arasındaki yakın ilişkileri olduğunu yazdı. (1922'de Courant, üniversitenin 1929'a dek ciddi şekilde bir bina tahsis edilmeyen matematik bölümünü kurmuştu.) Courant'in programı genel olarak matematiksel fiziğe yönlendirilmesine karşılık Emmy Noether'in soyut cebir okulu uygulamalardan uzaktı. Bununla beraber her iki okul da üyeler arasında arkadaşça kurulan ilişkiler ile birbirine bağlanmıştı. Aleksandrov'a göre, bu iki okul, Göttingen matematiğinin kararlı yüzleriydi. Ortak heyecan, bencil olmayan matematik aşkı, insan düşüncesinin vurucu yaratıcılığının mükemmeliyetinin farkındalığı ve bu mükemmelliği izleyen onun kaçınılmaz birliği gibi sıfatları Aleksandrov yazılarında belirtmişti. "Teklik fikri ve matematiğin yaradılıştan gelen mükemmelliği ve insanoğlunun iyiliğine karşı yönlendirilen onun limitsiz bilişsel gücü Hilbert'in bilim adamı olarak inançlarıdır" demiştir Aleksandrov. "Ve bunlar Courant ve Noether okullarının da inançlarıdır"[13] diye eklemiştir.

Göttingen'in büyük dönemi I. Dünya Savaşı ile ikiye bölünmüştür. Rahat ve kazançlı geçen zamanları 1918'den sonra, savaştan önce biraz daha zorlaşmıştır. Üniversitede yemekhanede, çorbalar kepçe ile dağıtılıyordu. Ve öğrenciler daha büyük porsiyonlar alabilmek için servis kızları ile flört ediyordu. Sürekli olarak yemek hakkında düşünmek, kitaplara yoğunlaşmayı güçleştiriyordu. Entelektüel hayat yoğundu. Ve zamanın –siyasi, felsefi, dini, insani, sanatsal ve edebi– problemleriyle boğuşurken idealizme bağlıydı.

1920'lerin iki Göttingen öğrencisi, Kurt Friedrichs ve Fritz John 1950 ve 1960'larda Amerika'da çok tanınmış ve etkili matematikçiler olacaklardı. Kurt Friedrichs Göttingen'e 1922'de genç bir öğrenci olarak vardı. Göttingen'deki genç okutman ve asistanların olağanüstü bilgisi tarafından bastırılmıştı. Bunlar her konu hakkında her şeyi bilen bir grup insandı. Courant'ın etrafındaki samimi ve heyecanlı atmosferden büyülenmişlerdir. Friedrichs utangaç olmasına rağmen, Courant kendisine gelen hediyeyi fark etmişti. Bununla ilgili Courant'ın başka bir ünlü öğrencisi şöyle demiştir, "Courant'ın tarafında, orada ne olduğunu görmek için istekli bir gözlem kadar gerçekten yoğun bir insani ilgi vardı sanırım."[14]

Friedrichs bazı çalışmalar yayımladı ve bazıları da yayımlanmayı bekliyordu ki Courant, Friedrichs'in ilk bakışta zayıf bir şeyler yaptığını düşünüyordu. Fakat 1930'da Braunschweig'teki Technische Hochschule, Friedrich'i profesörlüğe davet etti.

Fritz John, Göttingen'e 1929'da vardı. Şunları yazmıştır:

> "Oraya vardığımda hemen hemen parasız bir öğrenciydim. Yanımda sadece, çalışkan dul annemin bir araya getirdiği para vardı... Fakültenin yardım eli uzatmasıyla orada kalabildim... Alıştırma toplantıları fakültenin dikkatini çekmek için de bir fırsat veriyordu. Courant'ın yardımı ile Studienstiftung des Deutschen Volkes'den başlıca finansal endişelerimi hafifleten bir burs aldım. Courant'ın kendini beğenmişlikten uzaklığı

ve öğrencileriyle endişeleri fakülte için bir örnek oluşturur. Hakkında endişelendiği öğrencileri onun yardımına dâhil edilir, evine davet edilir, ve eğer uygunsa ailesinin müzik aktivitelerinde yer alır. Her şeyin merkezinde olmaktan hiç şüphesiz zevk almasına rağmen matematiğin nedenlerini geliştirmek için çalışmakta hiç bencil değildi... [Gustav] Herglotz, gökyüzüne ait matematikten sayıların geometrisine kadar her şey hakkında olduğu görülen cilalı seminerler verdi. Bir zaman seyrinde onun bazı seminerlerine katıldım ve büyüsü altında kaldım... Bazen seminerlerinde bir şeyleri tedarik etmekteki için uhrevi yolu, aynı sonuca götüren bazı basit ve dolaysız erişimi saklardı. 19.yüzyıl lezzetinde, buraya girme umudu olmaksızın, güzelliğin muhteşem dünyasına, herhangi biri hayran olabilirdi... Courant'ın dersleri tam tersiydi. Courant seminerleri Herglotz ve Hermann Weyl'inkilerin o parlaklığından uzaktı. Ama her nasılsa, derinden motive edici ve yaratıcı işlere katılım şansı veriyordu."[15]

Hitler'in yükselmesiyle bu mutlu yıllar son buldu. Courant Yahudi'ydi. I. Dünya Savaşı'ndaki kahramanlıkla dolu savaş kayıtları bir fark yaratmadı; Göttingen'de yönettiği enstitüden kovuldu. Courant'ın yanı sıra büyük sayı teorisyeni Edmund Landau ve istatistik profesörü Felix Bernstein de kovuldu. Bernstein Alman Demokratik Partisi'nin yerel dallarında başkan yardımcılığı görevinde bulundu. Fakat Weimar Cumhuriyeti için desteği, akademik toplulukta duruşunu yaraladığı için siyaseti bıraktı.

Göttingen'deki birçok yabancı ziyaretçiler arasında, en ünlü olanlar Yahudi'ydi. Bunlar İsveçli Paul Bernays, Ukraynalı Alexander Ostrowski, Macar Theodor von Kàrmàn ve John von Neumann'dır. Richard Courant, Ernst Hellinger, Max Born ve Breslau'dan gelen Otto Toeplitz dört Alman üyeydi. Bu isimlerin hepsi ünlü oldular. Matematiksel mantıkta Bernays, Hilbert'in asistanı ve iş ortağı oldu. Von Kàrmàn modern havacılığın baş

kurucularından birisi oldu. Tabii ki Von Neumann modern matematiğin gerçek ikonlarından birisi olarak efsaneydi. Hepsi uzaklaştırıldı.

Üniversite fakültelerinde, liberal, kozmopolist fizikçi ve matematikçiler ve "hümanist" fakültelere hükmeden gerici gruplardan oluşan ulusalcılar arasında muhalefetin uzun hikâyeleri yaşanmıştır. Şehrin kendisi tarihsel olarak da sağ-görüş kökenlidir. Vernstein gibi fakülte üyeleri, karşıtlarından devam eden bir düşmanlık kazanarak liberal ve sosyalist siyaset gibi tehlikelere girmişti. 1920'lerin sonlarında öğrencilere Yahudi düşmanı Nazi grupları hükmediyordu.

Courant'in yazdığına göre, Göttingen'de Hilbert'in etrafında, kendini tam olarak öğrenme ve çalışma görevine adamış öğrencilerden oluşan büyük bir grup vardı. Birbirlerine ve fakülteye sıkı bir şekilde bağlıydılar. Bilimsel ve felsefi konular hakkında münazara etmek için çok zaman harcıyorlardı ve hayatın gizemlerini çözmeye çalışıyorlardı. Öğrenci sayısı yükseldi. Asistanlar ile fakülteyle ilişkisi bulunan öğrenciler ve kendini dışarıda hisseden diğerleri arasında sınıf ayrılığı büyüdü. Courant bunun Nazilerin başarısı ile yapılması gerekilen bir şey olduğunu düşünüyordu. "İmtiyaz sahibi olmayan öğrenciler diğerlerinin profesörlerin evlerine yemeğe davet edildiklerini, asistanlarla yüzme partilerine katıldığını gördü ve onlara ait olmadığını hissetti. Aşama aşama memnuniyetsizlerden oluşan büyük bir grup oluşturdular. Naziler geldiğinde, bu onlar için harika bir depo olmuştu... 1933 yılında fakülte ve daha eski öğrenciler büyük bir sürpriz yaşadı; öğrencilerin çoğu yüzlerini Nazi partisinin simge ve amblemlerine çevirdiler."[16]

Courant, matematik enstitüsünün müdürlüğünden azledildiğinde, onun yerine Helmut Hasse getirildi. Ünlü bir sayı teorisyeni olan Hasse Nazi değildi, fakat Nazilere çalışmaya gönüllü olacak kadar sağ görüşlü ulusalcılardandı. Müdürün gerçek bir Nazi olmasını isteyen Nazi fraksiyonundan öğrenciler arasında şüphe ve direnişle ile karşılandı. Hilbert yeni rejim hakkında ilk

konuştuğunda, Göttingen'de kalan arkadaşları güvenlikleri açısından korktular. Fakat Hilbert ve karısı kalanlardan bazılarına ve yenilere güvenmiyordu. Bir süre sonra onlar da sessiz kaldılar.

Fritz John ve Kurt Friedrichs'in hayatları, German Reich'in yeni politikaları ile çok büyük bir şekilde değişti. John'un babası Yahudi'ydi. Nişanlısı, Charlotte Woelmer Yahudi değildi. On gün sonra doktorasını aldıktan sonra, "karışık" bir evlilik yapmanın hâlâ yasal ve güvenli olup olmadığından habersiz bir şekilde Fritz ve Charlotte evlendi. Ailelerini mümkün olduğu kadar az görmeliydiler. Onlara karşı, ismi bilinmeyen kişilerden ihtar ve suçlamalar vardı. Kıstırıldıklarını hissettiler, kapı yavaşça kapanıyordu. Sonunda 1933'ün sonbaharında Courant, John için Cambridge'de bir burs ayarladı ve John İngiltere'ye göç etti, karısı Charlotte de iki ay sonra ona katıldı.

Friedrichs'in anne ve babası Yahudi değildi. Fakat Hitler'in başa gelmesinden sonra, Brauschweig'de yılın sosyal olayı olan bir baloya gitti. Sabah seminerinden dönerken yolda karşılaştığı Yahudi bir kızı arıyordu. Onun Amerikalı sinema sanatçısı Colleen Moore gibi kısa kestirilmiş koyu düz saçlarını gördüğünde, balo salonunu bir baştan diğer başa geçti ve Nellie Bruel'i dansa davet etti. Hayatının romantizmi bu şekilde başladı.

1935'te Friedrichs, Courant'ı New York'da ziyaret etme fırsatı buldu. Courant onun için Birleşmiş Devletlerde bir iş bakacağına söz verdi. İş bulmak, doktora görevini yerine getirmiş Amerikalılar için bile kolay değildi. Friedrichs evine dönerken, ari olanlar ve olmayanlar arasındaki evliliği yasaklayan Nuremberg kanunları yürürlüğe girdi. Bütün bir yıl boyunca o ve Nellie az sıklıkta ve gizlice buluştular. 1936'da Almanya'dan ayrılırken yanına on mark almasına izin verildi. Anne babasını korumak için onlara planlarından hiç bahsetmedi. Nellie'nin Fransız pasaportu vardı. Friedrichs Almanya'yı güvenli bir şekilde terk edince o da Lyons'taki ailesinin yanından ayrılarak yola çıktı. Friedrichs New York'a vardığında parasızdı. Courant ona yaşamak için bir yer buldu ve Nellie de ona katıldı. Bir sulh yargıcı

bulur bulmaz evlendiler. Nellie'nin sempatikliği, destekleyici doğası ve arkadaşlık yetenekleri Friedrichs'in ihtiyaçlarını mükemmel bir şekilde tamamlıyordu.

1934'ten sonra Hilbert öğretim vermeyi kesti fakat mantık üzerine çalışmalarına devam etti. Arkadaşları ve iş ortakları göç etmişlerdi. 1935'te *Derlenmiş Çalışmaları* (Collected Works) basıldı. Uluslararası matematik dünyasından izole olarak ve hafıza kaybından ıstırap çekerek Göttingen'de yaşadı. 1942'de düştü ve kolunu kırdı. Kazadan kaynaklanan fiziksel aktivite komplikasyonlarından ötürü 14 Şubat 1943'te öldü. Cenazesine sadece bir düzine insan katıldı.

Courant Enstitüsü

1920'lerin sonları ve 1930'ların başlarında Göttingen'de liderlik yapan Richard Courant görevinden azledildiğinde ilk önce Cambridge'e daha sonra New York'a gitmiştir. New York Üniversitesi'nde, II. Dünya Savaşı boyunca ve ondan sonra uygulamalı matematikte başı çeken bir dünya merkezi haline gelmiş olan Göttingen ruhuna uygun bir yüksek lisans programı kurdu. Bu kitabın yazarlarından birisi olarak, ben, Reuben Hersh bu programdan mezun oldum. 1957'nin baharında lisans öğrencisi olarak New York Üniversitesi'ne başvurduğumda, hafif Alman aksanı olan yumuşak bir şekilde konuşan birisi ile mülakata girdim. İsmi Fritz John'du. Benim yeteneklerimi duyduğunda, yaz boyunca ileri hesap dersleri almamı tavsiye etti. Eğer bunu düzgünce yapabilirsem, sonbaharda yüksek lisans öğrencisi olabilirdim. O sonbahar, tanınmış uygulamalı matematikçi J. L. Synge'in kızı olan Profesör Cathleen Morawetz tarafından verilen uygulamalı matematiğe giriş dersleri ile yüksek lisans programına başladım.

Fritz John'un kompleks değişkenler üzerine verdiği dersinde, onun benim profesörüm olması şansına sahip oldum. Birkaç yıl sonra, yüksek lisans öğrenimimin yarısında bir gece NYU Ma-



Resim 6-4. Cathleen Morawetz, Ulusal Bilim Madalyası sahibi.

tematik Enstitüsü'nden eve giderken Schubert'in Trout Quintet performanslarından birini dinlemek için La Masion Francaise'e giden köşesinden döndüm. La Masion'daki salon doluydu. Dinleyiciler ve sanatçılar arasında yoğun bir ilişki hissettim. Bu hayatımda karşılaştığım en güçlü müzikal performanslardan biriydi.

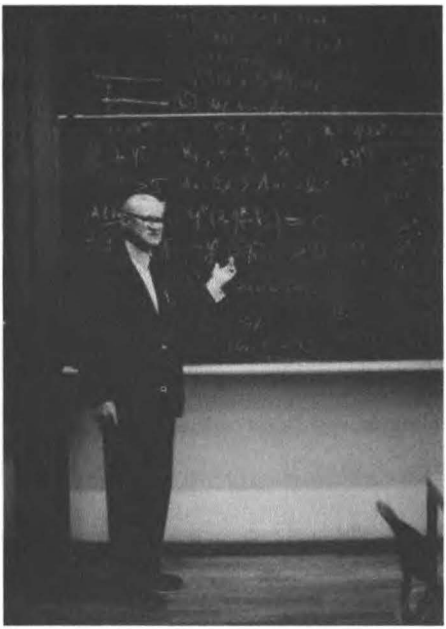
Piyanoyu enstitüdeki bir yüksek lisans öğrencisi olan Lenny Sarason çalıyordu. Saranson'un, matematiğe dönmeden önce kompozitör Paul Hindemith'ten yüksek lisans derecesi vardı (daha sonra onunla tüm yıl boyunca bir ofisi paylaşacaktık). Viyolonselde, profesörüm Jerry Berkowitz'in karısı ve Richard Courant'in kızı Lori Berlowitz vardı. Ve çelloyu, Courant'ın diğer kızının üvey oğlu Jürgen Moser çalıyordu. Moser daha sonra göksel mekanik ve dinamik sistemler alanlarına yaptığı katkılarla ünlü olacaktır.

Matematik Enstitüsü'ndeki aile atmosferi (Courant emekli olduktan sonra Courant Enstitüsü olarak yeniden isimlendirildi) oda müziği vesilesi ile açıklanamazdı. Öğrencilerin refahına yönelik büyük bir ilgi vardı. Profesör Bob Richtmyer'in karısı öde-

melerle ilgileniyordu. Bir keresinde, öğretim veren ve araştırma asistanlarının aylık çekleri gecikti. Ben de konu hakkında sızlanma cüretinde bulundum. Jane bana kendi kişisel hesabından borç para vermeyi teklif etti. İhtiyacı olan bir yüksek lisans öğrencisinin, karısına elektrik mühendisliği grubunda part-time işveren enstitü tarafından yardım edildiğini biliyordum. Sonra daha fazla para bırakan bir iş için ayrılacağı söylentisi yayıldığında, maaşı yükseltildi.

Fakat bu sıcak aile hayatı atmosferi enstitüdeki bütün öğrenciler tarafından pek hoşlanılmazdı. İçeridekiler ve dışarıdakiler vardı. Birçok öğrenci part-time okuyordu. New Jersey veya Long Island'daki elektronik şirketlerinde çalışırken bir mastır derecesine karşı bir iki kurs alıyorlardı. Bu tür bir öğrenci, başka bir öğrencinin bir profesörle kişisel konularda görüştüğünü fark edince veya salonda ve kütüphanede evindeymiş gibi kendinden emin bir şekilde gezdiğini görünce kendini dışarıda bırakılmış hissedebilirdi. Ben ilk başta dışarıdakiydim, daha sonra içerideki olduğumda öğrenciler arasındaki bu statü farklılığının bilincine vardım.

Richard Courant'ın editöryal işlerini yaptım ve onun model öğrencileri Fritz John ve Kurt Friedrichs'in altında çalıştım. Courant, Friedrichs, John ve Lipman Bers'in Nazi Almanya'sından kaçan mülteciler olduğunu biliyordum. John ve Freidrichs'in, Almanya'da bir kasaba olan Göttingen'de Courant'in öğrencileri olduğunu da biliyordum. Göttingen, büyük David Hilbert'in bir süre hüküm sürdüğü bir enstitüydü. Fakat bu kitabı yazmaya başladıktan kısa bir süre sonra bunun ne anlama geldiğini anladım. Friedrichs Ulusal Bilimler Akademisi'ne seçildi ve 1977'de Birleşmiş Milletlerin Ulusal Bilim madalyasını aldı. Emekli olduktan sonra, Courant'ın son konuşması Friedrichs'in yetmişinci doğum günündeydi. Yarım yüzyıldan beri öğrenci, meslektaş ve arkadaşı olarak tanıdığı adam hakkında büyük hislerle konuştu: *"Zihinsel ve bilimsel gelişimi hiç yavaşlamadan ve durmaksızın hep ileriye doğru giden nadir bilim adam-*



Resim 6-5. Courant Enstitüsü'nden Kurt Otto Friedrichs.

larından bir tanesidir. Bunun en iyi kanıtlarından biri Friedrichs'in hiç durmaması ve çabalarının yavaşlamaması ve ışık saçan esinin ondan fışkırmasıdır... bilimin büyük adamlarından biriydi ve istikrarlı bir şekilde bunun doğru olduğunu gösterdi. Onun yanında olan herkesin bildiği gibi ne büyük bir insandır."[17]

Fritz John New York'daki New Rochelle'de 10 Şubat 1994'te öldü. Bir sonraki şubat ayında, New York Üniversitesi'nden meslektaşı ve de New Rochelle'de komşusu olan Jürgen Moser tarafından yazılan ilanı Amerikan Matematik Topluluğu Bildirisi (Notices of the American Mathematical Society) yayımladı. İkisi, New Rochelle'den enstitüye giderken New Rochelle'deki tren istasyonunda karşılaşıyorlardı. (Richard Courant ve Lipman Bers uzun yıllarca New Rochelle'de yaşayan sakinlerden biriydi.) Moser'in New York Üniversitesi'ndeki birinci yılında John, en önemli keşiflerinden biri olan bağlı ortalama salınımları üzerine çalışıyordu. Moser, John'un bu keşfinin unutulmaz bir kişisel deneyimi ile ilgili olduğunu yazar (treni beklerken...). Fritz,



Resim 6-6. Courant Enstitüsü'nden Fritz John ve Jürgen Moser, söyleşideler.

Moser'e bu çalışmasını haritalar üzerinde küçük ifadelerle anlatmıştır. Ve türeve götüren ince hesapları açıklamıştır. Moser bunu çok ilginç buldu ama o zaman bu sonucun derinliğinin kıymetini anlamadı. Fakat ertesi gün bu eşitsizliğin, büyük bir zorluğu yenmek için ihtiyacı olan enstrümanı sağladığının farkına vardı. Bunu şöyle dile getirmiştir, "Bir teoremin acilen ihtiyacım olan zamanda keşfedilmesi şansına bir daha asla sahip olmadım."

Courant'tan bir alıntıyla bitiriyoruz, "John, bizim zamanımızın en orijinal ve derin matematiksel analizcisiydi... Çok geniş zihinsel ilgileri olan bir kişilikle, diğerlerinin oluşturduğu pazarın aktiviteleriyle hiç bozulmamıştır."[18] Courant 1972'de öldü.

Günümüzde Birleşik Devletler matematik departmanları arasında, New York Üniversitesi'nin Courant Enstitüsü hâlâ özel ve farklı kalmıştır. Bu fakültenin ilgileri saf matematik başlıkları olan topoloji ve soyut cebirden, meteoroloji, statik mekanik ve matematiksel fizyoloji içeren pratik uygulamalara kadar değişkenlik gösterir. Hâlâ öğrenciler, ziyaretçiler, farklı bakış açıları ve uygulamalı matematiğe karşı hoş davranış biçimine sahiptir. Göttingen mirasını ve Klein, Hilbert ile Courant'ın geleneklerini muhafaza eder. Peter Lax'ın (Courant'ta benim danışma-

nımdı) seçilmiş çalışmalarının hatırlatması olan bir kitaba karşılık, Courant'taki öğrencilik yıllarını hatırlayan bir okuyucudan mesaj aldım. Lax'ın arkadaşça yaklaşan doğasını ve kişisel olarak onun bütün öğrencileri tarafından hissedilen çok yüksek kanaatlerini açıkça hatırladığını yazmıştı. Lax'ın eşi olan Anneli Lax ile de ilişki kurmuş ve onun da kibar ve yumuşak huylu bulduğunu eklemişti. Ofisinde onu ziyaret eden öğrencilerini ne kadar yüreklendirdiğini hatırlamıştı. Mesaj söyle bitiyordu, "İlham kaynağıydı... anılarımın bir film şeridi gibi geçmesini sağladığınız için teşekkür ederim."

Moskova Matematiğinin Altın Çağları

Bu, Smilka Zdravkovska ve Peter L. Duren tarafından düzeltmeleri yapılan ve Amerikan Matematik Topluluğu'nun 1992'de yayımladığı bir kitabın başlığıdır. 1920'den 1990'a dek Moskova matematiğini tarif eden Rus matematikçilerinin 12 makalesinden oluşmaktadır. Altın çağlar 1957'den 1968'e dek olan yıllardır. Önsözünde, Zdravkovska 1960'da Moskova Eyalet Üniversitesi'nde Mekanik ve Matematik departmanında yüksek lisans öğrencisi olmasının ne büyük bir şans olduğunu yazar. Profesörlerden öğrendiği kadar meslektaş öğrencilerden de öğrendiğiniz heyecanlı bir çevreydi. Birinci derece matematikçilerin sunduğu düzinelerce ders ve seminerlerden birisini seçebilirdiniz. Bu matematik çemberinde lise öğrencilerine eğitim verebilir, hatta onlardan eğitim alabilirdiniz. Matematik dışında başka ilgi alanlarınızı paylaşabildiğiniz yakın arkadaşlıklarla öğrenciler birbirine bağlanmıştı.

Yaşayan en güzide matematikçilerden biri olan Vladimir Arnold, Mekanik ve Matematik departmanındaki büyük matematikçiler grubunu yazmıştır. "Gerçekten olağandışıydı. Ve bunun gibi bir şeyi başka hiçbir yerde görmedim" Onun listelediği isimleri profesyonel matematikçiler hatırlayacaktır. "Kolmogorov, Gelfand, Petrovsky, Pontryagin, P. Novikov, Markov, Gelfond, Lusternik, Khinchin ve P. S. Aleksandrov gibi matematikçiler Manin, Sinai, Novikov, V. M. Alexeev, Anosov, A. A. Kirillov ve

bana öğretmenlik yapıyordu. Tüm bu matematikçiler çok farklıydı! Kolmogorov'un konferanslarını anlamak neredeyse imkânsızdı, fakat yeni fikirlerle doluydu ve gerçekten doyurucuydu."[19] Fakat 1968'de atmosferde, aşağıda göreceğiniz göze çarpan bir soğukluk meydana geldi.

Bu cilde, en ilginç katkıyı sağlayan kişilerden birisi A. B. Sossinsky'dir (Alyosha). 1937'de Paris'te Rus göçmeni bir ailede doğdu. Baba tarafından 16. yüzyıla dek takip edilebilecek Rus soylularından geliyordu, her nasılsa aile yüzyılın değişimi ile topraklarını kaybetti.

Anneannesi, O. E. Kolbasina-Chernova hali vakti yerinde edebiyatla ilgilenen bir aileden geliyordu (babası Ivan Turgenev'in yakın arkadaşıydı). Kolbasina-Chernova bir Bolşevik, profesyonel bir devrimci oldu. Diğer tarafta, Sossinsky'in babası, Bolşeviklere karşı beyaz süvariler ve II. Dünya Savaşı'nda Fransız Yabancı Lejyonu için savaştı. Birleşmiş Milletlerde Rus Ayrıntılı Rapor Bölümü'nün başı oldu ve Long Island'daki Great Neck'e yerleşti.

Sossinsky matematikten büyülenmeye ailesi henüz Fransa'da yaşarken başladı. Fransız ders programı cebir ve geometri ile onu tanıştırdığında 13 yaşındaydı. Geometri onun favori konusuydu ve araştırmalarına 14 yaşındayken başladı: "Öklidci geometrinin aykırı olduğunu kanıtladım ve düz çizgilerin iki uca sahip olmadıkları ve büyük dairelere benzer olduklarını kapalı uzayda gösterdim. Sonuçlarımı öğretmenimle (veya diğer yetişkinlerle) konuşmak için fazla utangaçtım. Fakat bunları büyük detaylarla elimle yazdım, bir zarfa koydum ve ciddiye alınmak için yeterince büyüdüğümde açmak üzere mühürleyerek kapattım."[20]

1954'te New York Üniversitesi'ndeki Washington Square Kolejine girdi. Hayal kırıklığı ile geçen birinci sınıftan sonra eğitimine Avrupa veya Moskova veya Paris'te sürdürmeye karar verdi. 1955'te ailesi Rusya'yı ziyaret etti. İki aylık yaz gezileri son derece şok ediciydi. Oradaki yaşama standardının, Stalin



Resim 6-7. I. G. Petrovsky, Moskova Üniversitesi rektörü ve kısmi diferansiyal eşitlikler konusunda öncü araştırmacı.

kamplarında ilk ağızdan duydukları gibi doğru olduğunu gördüler. Aile New York'a geri döndü, fakat 1957'de ailenin diğer yaz gezisinden sonra Alyosha orada kalmaya karar verdi. Bu onun için zor bir karardı, çünkü görünen gelecekte Rusya'dan ayrılmasını beklemiyor olacağını biliyordu. Ailesi ne destekledi, ne de karşı çıktı. Khrushchev'in daha genç, daha eğitimli, daha liberal bir adam ile değiştirileceği umudunu taşıyordu.

Sossinsky'inin lisans ve lisansüstü eğitim yılları boyunca (1957-1964), Mekanik ve Matematik departmanında, matematik ve matematikçiye yüksek motivasyon sağlayan bir çevrede ilerledi. Bundan en büyük derecede sorumlu kişi, diferansiyel eşitlikler konusunda neredeyse yirmi yıldır sandalyeyi kimseye bırakmayan göze çarpan matematikçi I. G. Petrovsky'dir. Petrovsky daha çok dürüstlüğü, kişisel güveni ve yönetici olarak fark edilebilir ölçüde yetenekleri ile hatırlanır. Kendi elleri arasında oldukça büyük bir güce konsentre olmayı başarmıştı (Başka bir yönetici, Sossinsky için "partide görev almamasına rağmen, diğer merkezi komite üyelerinden daha fazla siyasi güç ve etkinliğe sahipti" demiştir). Ve bu gücün genişlemesini ve tüm üniversiteye, fakat en çok Mekanik ve Matematik departmanına yayılmasını sağladı.

Yüksek lisans matematik programına, yetenekli matematik öğrencilerini çok seven ve onlara yardımcı olan ayrıksı topolojist P. S. Aleksandrov tarafından liderlik ediliyordu. I. G. Petrovsky'in güçlü yardımı ile özellikle N.V. Efimov Mekanik ve Matematik bölümünün dekanı olduğunda (1959-1969), Aleksandrov parti başkanları ile sürekli mücadelesinde genel olarak başarılıydı. Nitekim Efimov arkadaşça ve gösterişsizce partili kişilerle rekabet etti. Yetenekli bir yönetici, çok popüler ve dikkatli bir adamdı.

Sossinsky, hiç yönetici pozisyonuna gelmemiş, fakat dünyanın göze çarpan matematik düşünürlerinden biri olan Andrei Kolmogorov ismini ekler ve şunları yazar: "Tüm bilimsel katılımı sembolize ederdi ve bizler gibi bazıları için entelektüel doğruluğu matematikçi için idealdi."

> "Batılı bir matematikçi için, totaliter bir toplumda bilimsel enstitülerde başarının ana bir kriter olduğu bilimsel muvaffakiyetin tamamen olağandışı olduğunu anlamak zor olmalı. Rusya'da o zamanlar olağan kriter, bilimsel gerçek değil, siyasi ve ideolojikti... Mekanik ve Matematik 1968'lerin sonlarına dek tek yer, bir vaha, birinin en iyi değerinin onun çalışmalarının nesnel değeri olduğu bir liman, bir sığınaktı. Bu birçok öğrenci ve öğretmen tarafından anlaşılmış ve kabul edilmiştir; bu, o zamanlar Mekanik ve Matematik departmanındaki atmosferin zaruri bir özelliğidir. Çoğumuz için matematik aşkı ortak manzaranın bir parçasıdır. Siyasi görüş dışında zamanın sanatsal ve edebi hayatına ve aktif sporlara (özellikle dağ yürüyüşleri, kampçılık, kano ve kayak) gösterilen büyük bir ilgi ile karakterize edilmiştir."[21]

Ağır gerçeklerden kaçış olarak matematik kullanımı, 3. Bölümde geliştirdiğimiz temada bir örnek olarak verilmiştir.

Mekanik ve Matematik bölümünün altın çağlarında öğrencilik yapan D. B. Fuchs, kitapta, Breshnev döneminin bazı siyasi denemeler ile başladığını ve ülkedeki genel atmosferin çok kor-



Resim 6-8. Andrei Kolmogorov (soldaki), büyük Rus matematikçisi, genç meslektaşlarıyla.

kunç olduğunu yazmıştır. "1960'ın sonlarında bizim siyasi yaşamımızın en önemli özelliklerinden biri mektupları imzalamaktı. Andrei Sinyavsky ve Yuli Daniel gibi yazarların bunu denemesinden sonra, bazı insan grupları, değişik güç enstitülerine protestonun değişik türlerini içeren kolektif mektuplar yazdılar. Tabii ki bu mektup sahipleri cezalandırıldılar, fakat mektuplar yazılmaya devam etti... Kampanyayı durdurmak için, otoriteler yazarlarına örnek bir ceza verilmesi için bir mektubu seçti. Bu mektup Esenin-Voplin hakkında olanıydı."[22]

İyi bir matematiksel mantıkçı ve ıslah olmaz rejim muhalifi Alexander Sergeyevich Esenin-Yolpin büyük Rus şair Sergeii Esenin'in oğluydu. Ocak 1968'de siyasi sapkınlar için özel bir psikiyatristik hastane olan "psikhushka"ya alınmıştı.

> "Onun himayesi altında yazılmış mektup 99 matematikçi tarafından imzalanmıştı... İmzalayanlar izlenmeye başladı. Meslektaşları tarafından düzenlenen, değişik yerlerde toplantıları vardı... Hiç kimse ne olabileceğini bilmiyordu. Ve biz zekice bir şey yaptık. Küçük bir grup olarak (Shafarevich, Arnold, Tyurina, ben ve bazı başkaları), Caucasus'ta uzak bir

kayak yerine gittik. Dış dünya ile hiçbir bağlantımız yoktu ve Moskova'da ne olduğunu bilmek istemiyorduk. Geri döndüğümüzde her şey tasfiye edilmişti. Bazı yüksek çevrelerde tartışma vardı ve uç ölçüler olmaksızın hareket edilmesine karar verilmişti. Tanrı'ya şükür, kimse hapse girmedi. İki kişi birincil derecede ve başka insanlar da ikincil derecede işlerini kaybetti. Bazı insanlar terfi ile ilgili sıkıntılar yaşadı. Hiç kimse yurtdışına çıkamayacaktı."[23]

Sossinsky'e geri dönüp ondan alıntı yapıyoruz, "1968 yılı (Essenin-Volpin mektubunun yazıldığı yıl) ben dâhil, bazı hayatlar için dönüm noktası oldu. Paris'teki Mayıs barikatlarının kurulduğu, Amerikan kampüslerinde silahaltına alınma belgelerinin yakıldığı ve arbedelerin yaşandığı, Prag'ın Rus tanklarıyla haklandığı yıldı. Benim için umutlarıma ve hayallerime bir nokta koyup son verdiğim bir yıldı. Mekanik ve Matematik bölümünün altın döneminin sonunu getiren dramatik olaylarla dolu bir yıldı."

Mektup yazarların ve imzacıların bunun yapılmasını istememelerine rağmen, Batı'da neredeyse eşzamanlı yayımlandı. Mektup, Moskova Üniversitesi matematik departmanı için sıkı önlem almaya bir vesile oldu: bu departmanın yöneticileri ve parti liderlerinin hepsi yerlerine başkaları konmak üzere hemen akabinde uzaklaştırıldı. Bu sıkı önlemle, Mekanik ve Matematik departmanı sınavlarında, sistematik Yahudi düşmanlığı oyunlarının organizasyonu geldi.

Sossinsky, giriş sınavını ikinci kez alan Kogan (Rus versiyonu Cohen) isimli bir çocuk hatırlıyor. Yazılı matematikte 5, oral matematikte 5 (olimpiyat ayarında sorularla 4 saat alan bir sınav) ve oral fizikte 5 almıştı. Rus edebiyat makalesi alanında yazım, gramer, stilistik hata bulundurmayan Kogan A sınıfı öğrencilerdendi. Fakat başlığı netleştirmediği için 2 (F) verilmişti.

Sossinsky şöyle yazar, "O zamandan beri Kogan'ı hiç görmedim. (Tanrı'ya şükür, görsem ona ne söyleyebilirdim?) İlk defa

kendime şu soruyu sordum: Bir öğretmen olarak nasıl bir ahlaki hakkım var? Bu tür oyunlara karşı suç ortağı olmasam da pasif bir izleyici olmaktan başka nasıl bir ahlaki hak?"[24]

1971'de Mekanik ve Matematik parti bürosu, Sossinsky'nn 12 no'lu sınıfta öğretim vermesini engellemeye karar verdi. 1974'te üniversiteden istifasını verdi. Başkan P. S. Aleksandrov durumu tartışmak için onu yaşadığı apartman dairesine çağırdı. Aleksandrov izleyen çarpıcı açılışla konuşmasına başladı: "Alyosha, geleneksel olarak biz Rus soylularının entelektüelleri olarak, kişisel ilgi ve hislerimizin üzerinde olacak şekilde ,her zaman vatanımız için ilk sıraya görevimizi yerleştirdik. Bir Rus asilzadesi batan bir gemiyi terk etmez – onu yüzer halde tutmak için savaşır. Kolmogorov, sen ve ben gibi insanlar, senin de bildiğin gibi, bu departmanı biricik bilimsel vaha haline getirdi. Stalin yıllarında da, onurumuzu sineye çekerek, yapabildiğimiz kadarını yaptık."[25]

Sossinsky, Aleksandrov'un ailesinin küçük bir toprağa sahip soylulardan olduğunu biliyordu. Fakat hiçbir şey beklememişti. Sadece, özelikle dikkatli ve başarılı kurulmuş bir bilim adamının içinde, 50 senelik Bolşevik hükmünün yok olmasının beklendiğine dair değerlere itirazı vardı.

Sossinsky, bu göze çarpan enstitülerin üyelerinin bunlar gibi siyasi baskılarla nasıl başa çıkıtığına ilişkin psikolojik yorumlarını da yazılarında tedarik etmiştir. Onun bildiği ve âşık olduğu Mekanik ve Matematik departmanı, "Bir öğrenciyi veya profesörü küçük düşürerek, onu balçığın içinde elle patates ekmek için zorlayarak, onu riyakârca kendisini tekrar ettirerek yıkıma uğratılmıştı. Halk arasında açıkça siyasi yalanlar yayarak bu insanın kendine karşı güvenini kaybetmesini sağlıyordu sistem. Sonra yönetilebilir hale geliyordu."[26]

Yetenekli insanlar, tahmin edilemez bir biçimde davrananlar ve kontrol edilmeleri daha zor olanlar, giriş sınavlarında çakıyordu veya kendilerine olan güvenleri kırılıncaya ve usluluklarını kanıtlayıncaya kadar lisansüstü programlara tavsiye

edilmiyordu. Veya departmanda uygun pozisyon verilmiyordu. "Politikalara tam bağlı yöneticilerin iyi, liyakatli, katı, duygusuz, köle gibi davranan matematikçiler olması isteniyordu. 1968'te düzinelerce olmasına rağmen şu anda Mekanik ve Matematik departmanında bütün gün çalışan dünya sınıfına uygun çok az matematikçi kaldı."[27]

Yahudi Üniversitesi

Moskova matematiğinin bu hikâyesinde çok az bilinen bir dipnot vardır. 1978'de, alıntılar yaptığımız "Moskova Matematiğinin Altın Yılları" kitabının yayımlanmasından birkaç yıl önce spontane ve yarı-yeraltı matematik okulu "Yahudi Üniversitesi" yaratılmış ve Mekanik ve Matematik departmanının dışında kalanlara hizmet etmişti. 1950'lerde Moskova Eyalet Üniversitesi'nin Mekanik ve Matematik departmanında öğrenci olan Bella Abramovna Subbotovskaya Yahudi bir matematikçi kadındır. Mekanik ve Matematik departmanında yeni başlayan öğrencilere öğretilen biçimde kompleks analiz, gerçek analiz, topoloji ve cebir konularında sınıflar açılmasını organize etti. Valery Senderov (iyi bilinen rejim muhalifi) ve Boris Kanevsky gibi arkadaşlarının yardımı ile Dmitry Fuchs ve Victor Ginzburg gibi birinci sınıf konferansçıları topladı. En ufak siyaseti yasaklayan bir politikası vardı. Matematik gönüllülerce resmi Sovyet okul sisteminin dışında öğretiliyordu – tüm olan buydu. 1978'den 1983'e dek 350 öğrenci bu okula katıldı. Mart 1982'de Moskova'yı ziyaret eden Birleşmiş Devletlerden ünlü topolojist John Milnor da burada konferans verdi.

Şu an Northeastern Üniversitesi'nde olan Andrei Zelevinsk, Bella Abramovna'ya öğrenci listelerini kaleme alır, sınıf toplantıları için yerleri düzenler, takvimde herkesin değişikliğini gösterir, sınıfların zamanında yer almasını sağlar, tebeşir getirir ve hatta lezzetli sandviçler yapardı. "Tüm bu işlerin üstesinden gülümseyerek ve görünmeyen bir çabayla gelirdi. Onun sadece var-



Resim 6-9. Bella Abramovna Subbotovskaya.

lığı mükemmel bir şekilde cana yakın ve sıcak bir ev ortamı yaratırdı. Herkesin pratik günlük problemlerine dikkat ederdi. Bu arada şunu da söylemek gerekir ki Abramovna'nın okulunda kimse çalışmasının karşılığı olarak para almazdı."[28]

Tabii böyle bir şey KGB'nin dikkatini çekmezden süremezdi. 1982'de Subbotovkaya soruşturma için çağrıldı. Kanevsky veya Sendrov'a karşı şahitlik yapmayı reddetti. Sonra garip bir şey oldu. 23 Eylül 1982'de saat on birde, Bella akşam annesinden eve dönerken ıssız bir yolda yüksek hızda giden bir tır ona çarptı ve kaçtı. Birkaç dakika sonra bir otomobil durdu ve hemen sonra bir ambulans göründü ve Bella'nın ölü bedenini morga götürdü. Cenazesine birkaç arkadaşı ve aile üyeleri katıldı. Hiç kimse şüphelerini yüksek seste dile getirmeye cesaret edemedi.

Kanevsky ve Senderov, sırasıyla 3 ve 5 yıllığına hapse girdiler. Yahudi Üniversitesi varlığını sürdüremedi.

Kadın Matematikçiler Derneği

Bayan matematikçiler farklı zorluklarla yüz yüze gelmiştir. Cinsiyetlerine dayalı yüzlerce yıllık ayrımcılığa karşı göğüs germişlerdir. Kadınların eşitlik kararlılığı bazı matematik topluluklarında kabul edilince Kadın Matematikçiler Derneğinin kuruluşu motive edildi. Kadınlar iyi akademik işler bulmakta güçlük çekiyorlardı. 1971'deki Bileşik Matematik Toplantılarında (Joint Mathematics Meetings) kadın aktivistler bir komite oluşturdular. Programda kadın korkusunun bir yansıması olarak alandaki statüleri ile ilgili cesaret kırıcı istatistiklerin farkındaydılar. Çağrılan uzun süreli konuşmacıların hiçbirisi kadın değildi, kısa konuşmaların % 5'i kadınlara verilmişti. Benzer cinsiyet eşitsizliği akademik işlerde de vardı. Amerikan Matematik Topluluğu Bildirisi'nde (Notice of American Mathematical Society) listelere göre kadınlara verilen terfiler 1'e 10 oranındaydı. Okutman seviyesinde daha iyi temsil ediliyorlardı, kadınlara % 33 oranında okutmanlık verilmişti. Amerikan Matematik Topluluğu, başlıca pozisyonlara kadın akranları getirilmeden erkekler tarafından yönetiliyordu.

Komitenin kurulmasından kısa bir süre sonra, organizatörler onu "Kadın Matematikçiler Derneği - AMS" olarak adlandırılan bağımsız bir organizasyona dönüştürdüler. Amerikan Üniversitesi'nde bir profesör olan Mary Gray bu topluluğun oluşmasında etkili oldu ve ilk başkandı. Onun liderliğinin bir parçası olarak, organizasyonun bülteninin ilk yayınını yazdı. Bu topluluğu bugüne kadar inşa eden zaruri ve hayati bağlantısını sağlayan bir yayındı.

Lenore Blum'a göre, "Akademide kadınlar siyaset hakkında tecrübesiz olan Mary Gray'i erken zamanlarında Berkeley'de yaşadığı zor bir deneyim, değiştirdi. Matematik gibi geleneksel ola-



Resim 6-10. Mary Gray, Kadın Matematikçiler Derneği kurucusu.

rak erkek alanı olan zor bir zeminde, kadınlara yardım etmekte aktif rol almaya başladı."[29] O zamanlar Blum da yerel ve ulusal organizasyonlarda aktif hale geldi. Jody Roitman gibi bilim dünyasında yer alan kadınlarla güçlü bağlar oluşturdu. 1975'ten 1978'e dek AMS'nin üçüncü başkanı olarak hizmet etti. Destekleyici bir topluluk için araştırmaları onu siyasi aktivizm ve matematiksel araştırmaları birleştirmeye götürdü. Var olan kurulmuş organizasyonları düzeltmek yerine yenilerini yaratmak gereğine inanıyordu.

AMS üyelerinin aktiviteleri büyük bir değişiklik gösterir. Kamusal siyaseti ve yardımda bulunan kurumları etkiler. Sözcü büroları liseler ve kolejler ile yakın bağlantılar sürdürürler. Ve matematikte kadınlara karşı ön yargının birçok formuna hitap ederler.

Organizasyon kadın matematikçilerin hayatlarını ve katkılarını da ilan ederler (örneğin Emmy Noether'in onuruna bir konferans serisi). Ödüller ve burs verirler. AMS siyasi ve eğitimsel etkileri 4000 kişilik bir organizasyon için etkileyicidir. Devlet ve bilimsel gruplar sıklıkla üyelerine danışırlar. Organizasyon, konferans ve seminerlerle, lise ve kolejdeki kadınların matematiksel potansiyelinin gelişmesine yardım eder.

Bu türde aktivitelerin bazıları düzenli olarak bilimdeki etkili profesyonel organizasyonlar tarafından gerçekleştirilir. Fakat

AMS bu normal katkıların ötesinde çalışır. Üyelerinin hayatlarında anlamlı yer tutan pratik ve paylaşılmış inançların komitesidir. Jean E. Taylor ve Sylvia Wiegand, bu birliği hırslı ve tutkulu bir organizasyon olarak tanımlar. Aylık bültenlerinin okuyucuları, her sayının onları yeniden yüklediğini ve yalnızlık duygusu ile kavga etmesine yardımcı olduğunu söyler. Ayrımcılığa inat bu hislerle katkı sağlar. Özel bir sayısında, gelişmiş matematik derslerinde kadın üye sayısının AMS'nin kurulması ile artmış olduğu rapor edilmiştir. Prestijli üniversitelerde imtiyazlı atamalardaki yükseliş hâlâ devam etmektedir.[30]

Bu ayrımcılığın psikolojik sonuçlarının olması şaşırtıcı değildir. Bu özel sayıda D. J. Lewis, orta öğretimden doktora programlarına dek her aşamada açık kanıtlar bulmaktadır ki kadınlar erkeklere göre matematiksel aktivitelerde erkeklere göre daha güvensizdir. Başarılı bir kadının kendine güveni vardır ve anne babası ile danışmanlarından yetenekleri hakkında cesaret alır. Buna rağmen bazı başarılı matematikçi kadınların olabildikleri kadar iyi olmaları konusunda bir şüphe vardır. "Genelde halk matematiğin erkeksi bir iş olduğunu düşündüğünden bazen bu kendinden şüphe yükselişe geçer. Bu yüzden kadınlar kendilerini matematik dünyasında dışarıdakiler olarak hissederler."[31]

Bazı kadınlar hâlâ kendilerini matematikçi olarak rollerinde izole edilmiş ve savaş halinde hisseder. Seçtikleri işte sadece verimli olduklarını kanıtlama ihtiyacı hissetmezler, bunu tekrar tekrar kanıtlarlar. Kadın kimliği hissinde çaresizliğe düşmediklerini de göstermek zorundadırlar. AMS toplantılarında, yayınlarında, diğer üyeler ile arkadaşlıklarında bu ikilemi tartışabilirler. İki-beden problemi ile ilgili endişelerini paylaşırlar. Bu bir güçlüğü yenmek için profesyonel başarıdır. Bir erkek matematikçi ile evlendiklerinde beraber iş aramaya çalışırlar.

Biyografilerde, kişisel hikâyelerde ve erkek matematikçilerin sunumlarında, kişisel hayatlarında referanslar limitlidir. Kadınlar tarafından ve onların hakkında yazma durumu değildir. Kadın Matematikçiler Derneği üyeleri tarafından yazılan Com-



Resim 6-11. Lenore Blum.

plexities kitabında duygusal mücadele ve meseleler özgürce ve sıklıkla tartışılır. Aynı zamanda bu cilt, matematikte talep edilen çalışmaları da teknik olarak ihtiva eder. Meslekteki, yavaşça değişen kadın statüleri hakkındaki gerçekleri ve figürleri de içerir. Bu yolla, katkıda bulunanlar zihin ve duygu arasındaki olağan ikili karşıtlığın üstesinden gelir.

Bayan matematikçiler cesaret kırıcı kültürel mesajlara maruz kalırlar. Bir inanış matematiğe yatkınlıktan uzak olmalarıdır. İlişkileri güden kadınlar için çok önemli olan sezgisel duyarlılıktan matematiğin yoksun olması başka bir iddiadır. Bu fikirlere göğüs germek için AMS üyesi kadınlar matematiğin onlara tatmin edici bir meslek sağladığını iddia ederler. Bu yolla, tüm ruhsal hayat ve insani ilgilerini tehlikeye atmaksızın zihinlerini maksimum düzeyde kullanırlar.

Complexities'e yazıları ile katkıda bulunan diğer katılımcılar, liseli öğrenciler için matematik ve bilgisayar kampları, pres-

tijli üniversitelerde kadınların danışmanlık programları ve Kadın Matematikçiler Derneği de dâhil olmak üzere grupları destekleme ve aralarında network kurma gibi konular hakkında yazarlar. Bu tür aktiviteler arasındaki kadınların hayatlarında matematikçi olmaya heves etmelerine sebep olur. Judy Ritman geçmişi hatırladığında bu konu şöyle daha açık olur: "Büyük kadın matematikçilerin işsiz olması yaygındı; genç kadınların rutin olarak cesareti kırılıyordu; korunanlardan bazılarına kötü davranılıyordu; rol modelleri azdı ve araları uzaktı"[32]

20. yüzyıl boyunca kadınların matematik kariyerine erişiminde önemli değişiklikler oldu. Bunlardan en önemlisi üniversite politikalarıdır. Yüzyılın başında bazı ülkelerde kadınlar resmi eğitim alamıyordu. Sadece konferans veren kişinin izniyle bunlara katılabiliyorlardı. Bu tür konferanslara izin verilseler de kadınlar genelde, daha önce aldıkları aşağı seviyedeki eğitim yüzünden üniversite kurslarına hazır olmuyordu.

II. Dünya Savaşı'ndan önceki yıllarda bazı üniversiteler kadın başvuranların cesaretlerini kırmaya devam ettiler. Bu tür politikalar yasa dışı hale gelmesine karşı, matematikle ilgilenen kadınlara karşı önyargılı kaldılar. Bunun sonucu olarak meydana gelen psikolojik yara yavaşça tedavi edildi. Bazı kadınların ıstırap çektiği yetersizlik hissi, kendini daha kırılgan kişisel kavramlarla gösterdi. Benbow ve Stanley'in çalışmaları, toplumsal klişelere ileride katkı sağlamıştır. Fakat bundan sonra, geniş verili analizler matematiksel başarıda cinsiyet farkının olmadığını gösterir. Kadın ve erkeklerin bilişsel yetenekleri üzerine birçok araştırma, doğumdan yetişkinliğe dek erkeklerin matematik ve bilime karşı daha yatkın olduklarını desteklemez. Bu bulgular, cinsiyet ayrımcılığı üzerine odaklanan göze çarpıcı daha önceki çalışmalar kadar herkesçe bilinmemektedir. Fakat eşitliği, kadınlar ve azınlıklar için müdahale programlarıyla gerçek yapmak için katkıda bulundular. En önemli şeyler, özen gösteren danışmanların yüreklendirmesi ve daha önceki marjinal gruplardan hoşnut olan öğrencilerin grup etkileşimleridir.

Bu bölümün başında sormuştuk, matematikçiler ne tür gruplar kurarlar? Matematikçilerin profesyonel olarak görevlerini yaptığı grup çeşitleri çok geniştir. Üyelerinin hayatlarını anlamlı şekilde değiştiren bazı topluluklar vardır. Enstitülerin içinde veya geleneksel üniversitelerin dışında kasten oluşmuş olsalar da, üyeleri için anlamlı bir bağ sağlarlar. Bazıları açık, paylaşılmış bir vizyon sahibidir. Diğerleri heyecan ve işbirliği sağlar. Bunların ortaya çıkışı ve önemi matematiksel hayatın tecrit edilmiş doğasını ve tek başınalığı çürütür.

Kaynakça

Abelson, P. (1965). Relation of group activity to creativity in science (Bilimde yaratıcılığa grup aktivitesinin ilişkisi. *Daedalus* (yaz), sayfa 607.

Albers, Donald J., & Alexanderson G. L. (1985). *Mathematical people: Profiles and interviews* (Matematik İnsanları: Profiller ve Söyleşiler). Boston: Birkhauser.

Aleksandrov, P. S. (2000). "A few words on A. N. Kolmogorov," (A. N. Kolmogorov hakkında birkaç kelime) *Kolmogorov in Perspective*'de. Providence, R. I.:American Mathematical Society, sayfa 141-144.

Beaulieu, L. (1993). A Parisian café and ten proto-Bourbaki meetings (Bir Paris kafesi ve on Bourbaki toplantısı (1934-1935). *Mathematical Intelligencer* 15(1) 27-35.

Beaulieu, L. (1999). Bourbaki's art of memory (Boubaki'nin sanat hatırası). Osiris 2, 2.seri, cilt 14. *Commemorative Practises in Science: Historical Perspectives on the Politics of Collective Memory* (Bilimde yadiga uygulamalar: Kolektif hatıranın politikası üzerine tarihsel perspektifler)

Bell, E. T. (1937). *Men of mathematics*. New York: Simon & Schuster.

Birman, J. (1991) Kendi anlatımıyla. *Notices of the American Mathematical Society*, 38(7), 702-706.

Bourbaki, N. (1948). Foundations of mathematics for the working mathematician (Çalışan matematikçiler için matematiğin kurulumu. *Journal of Symbolic Logic* 14, 1-14.

Bourbaki, N. (1950). The architecture of mathematics. *A merican Mathematical Monthly* 57, 221-232.

Brown-Walker, J. (2005). A double dose of discrimination (ayrımın çifte dozu). B.A.Case & A.M.Leggett versiyonu. *Complexities: Women in mathematics.*

(Güçlük: Matematikte kadınlar). Princeton, N. J.: Princeton Üniversitesi Yayınları sayfa 189-190.

Cartan, H.M. (1980). Nicolas Bourbaki and contemporary mathematics (Nicolas Bourbaki ve modern matematik). *Mathematical Intelligencer* 2(4), 175-187.

Case, B. A. & Leggett, A. M. (2005) *Complexities: Women in mathematics.* (Güçlük: Matematikte kadınlar). Princeton, N. J.: Princeton Üniversitesi Yayınları.

Courant, R. (1980) Reminiscences from Hilbert's Göttingen. *Mathematical Intelligencer,* 3(3), 154-145.

Fleck, L. (1979). *Genesis and development of a scientific fact* (Köken ve bilimsel hakikatın gelişmesi). Chicago: Chicago Üniversitesi Yayınları.

Fuchs, D. B. (1993) 1950 ve 1960'ların Sovyet matematiği. S. Zdravkovska & P. L. Duren. *Golden Years of Moscow matematics, History of mathematics* (Moskova matematiğinin altın yılları, Matematiğin tarihçesi) cilt 6, Providence, R. I.: American Mathematical Society, 220-222.

Gowers, T. & Nielsen, M. (2009). Massively collaborative mathematics (İşbirlikçi Matematik). *Nature 461*, 879-881.

Grothendieck, A. (1986). *Récoltes er Semailles.* Basılmamış çalışmalar.

Guedj, D. (1985). Nicolas Bourbaki, the collective mathematician: An interview with Claude Chevalley (Nicolas Bourbaki, kolektif matematikçi: Claude Chevalley ile söyleşi). *Mathematical Intelligencer* 7(2), 18-22.

Heims, S. J. (1980). *John Von Neumann and Norbert Wiener: From Mathematics to the Technologies of life and death* (Matematikten Hayatın ve ölümün Teknolojisine). Cambridge, Mass: MIT Press.

Helson, R. (2005) Kişisel iletişim

Henrion, C. (1997). *Women in mathematics* (Matematikte kadınlar). Bloomington, Ind.: Indiana Üniversitesi Yayınları.

Hersh, Reuben & John-Steiner, V. (1993). A visit to Hungarian mathematics (Macar matematiğine ziyaret). *Mathematical Intelligencer* (Matematik Casusluğu) 15(2), 13-26.

Honda, K. (1975). Teiji Takagi: bir biyografi. Röportaj. *Mathematica Universitatis Sancti Pauli* XXIV-2, 141-167.

John, F. (1092). Memories of student days in Göttingen (Göttingen'de öğrencilik günleri) *Miscellanea Mathematica.* New York: Springer, sayfa 213-220.

Klein, F. (1979). Development of mathematics in 19th century (19.yüzyılda matematiğin gelişmesi. M. Ackerman tarafından tercüme edilmiştir. R. Hermann tarafından yazılan *Lie Groups, history, frontiers and applications*'de bulunmaktadır, cilt IX. Brookline, Mass.: Math Sicence Press.

Kline, M. (1974). *Why Jonny can't add.* New York: Random House.

Lewis, D. J. (1991) Mathematics and women: The undergraduate school and pipeline (Matematik ve kadınlar: Lisans okulu ve boruhattı). *Notices of the American Mathematical Society.*

Lui, S. H. (1997). Vladimir Arnol'd ile bir söyleşi. *Notices of the American Mathematical Society* 38(7), 721-723.

MacTutor web-sitesi. Matematiksel biyografiler: Elie Joseph Cartan, Henri Paul Cartan, Pierre Emile Jean Cartier, Claude Chevalley, Jean Alexandre Eugene Dieudonné.

Mashaal, M. (2006). *Bourbaki: A secret society of mathematics* (Boubaki: Matematiğin gizli topluluğu) Providence, R. I. :American Mathematical Society.

Mathias, A. R. D. (1992). The ignorance of Bourbaki (Bourbaki'nin görmezden gelmesi). *Matheatical Intelligencer* 14(3), 4-13.

Moser, J. (1995). Obituary for Fritz John, 1910-1994. *Notices of the American Mathematical Society* 42(2), 256-257.

Pier, J. P. (2000). *Development of mathematics 1950-2000.* (1950-2000 arası matematiğin gelişmesi. Boston: Birhauser.

Reid, C. (1992). *Hilbert.* New York: Springer-Verlag.

Reid, C. (1996). *Julia: A life in mathematics* (Julia: matematikte bir hayat). Washington D. C.: MAA Spectrum.

Roberts, S. (2006). *King of infinite space* (Sonsuz Uzayın Kralı). New York: Walker and Company.

Roitman, J. (2005). B.A.Case ve A. M. Leggett versiyonu. *Complexities: Women in mathematics.* (Güçlük: Matematikte kadınlar). Princeton, N. J.: Princeton Üniversitesi Yayınları sayfa 251.

Rota, G. C. (1987). The Lost Café (Kaybolmuş Kafe). *Los Alamos Science*, Special Issue, sayfa 26.

Rowe, D. E. (1986). Göttingen'de Felix Klein'ın döneminde "Jewish Mathematics (Yahudi matematiği)". *Isis* 77, 422-449.

Rowe, D. E. (1989) Klein Hilbert and the Göttingen mathematical tradition (Klein Hilbert ve Göttingen matematik geleneği). K. M. Oleska versiyonu. *Science in Germany: The intersection of institutional and intellectual issues* (Almanya'da Bilim: Enstitüsel ve entelektüel konuların kesişimi). Osiris 5, 189-213.

Rowe, D. E. (2000). Episodes in the Berlin-Göttingen rivalry, 1870-1930 (Berlin-Göttingen rekabetinde vakalar, 1870-1930). *Mathematical Intelligencer* 22(1), 60-69.

Schechter, B. (1998). *My brain is open: The mathematical journeys of Paul Erdős* (Beynim açık: Paul Erdős'un matematiksel seyahatleri. New York: Simon and Schuster.

Segal. S. L. (2003). *Mathematicians under the Nazis* (Nazilerin hakimiyetindeki matematikçiler). Princeton, N. J.: Princeton Üniversitesi Yayınları.

Senechal, M. (1998). The continuing silence of Bourbaki – An interview with Pierre Cartier (Bourbaki'nin süregelen sessizliği – Pierre Cartier ile bir söyleşi), 18 Temmuz 1997. *Mathematical Intelligencer* 20(1), 22-28.

Shifman, M. (2005). *You failed your math test, Comrade Einstein* (Matematik dersinden kaldınız, Yoldaş Einstein). Singapore: World Scientific.

Socha, K. (2005). Mathematics: Mortals and morals (Matematik: Beşer ve ahlak). B. A. Case & A. M. Leggett versiyonu. *Complexities: Women in mathematics.* (Güçlük: Matematikte kadınlar). Princeton, N. J.: Princeton Üniversitesi Yayınları sayfa 393-395.

Sossinsky, A. B. (1993). In other direction. S. Zdravkovska & P. L. Duren. *Golden Years of Moscow matematics, History of mathematics* (Moskova matematiğinin altın yılları, Matematiğin tarihçesi) cilt 6, Providence, R. I.: American Mathematical Society, 223-243.

Szanton, Andrew (1992). *The recollections of Eugene P. Wigner as told to Andrew Szanton* (P. Wigner, Andrew Szanton'a anlatıldığı gibi). New York: Plenum Press.

Szpiro, G. G. (2007). Bella Abramovna Subbotovskaya ve Yahudi İnsanların Üniversitesi. *Notices of the American Mathematical Society* 54(10), 1326-1330.

Tikhomirov, V. M. (1991). *Moskow mathematics 1950-1975* (Moskova Matematiği, 1950-1975). Basel: Birkhauser.

The scientist (1992). Academy criticism of a foreign associate stirs debate over NAS role and policies (NAS rol ve politikaları üzerine yabancı birliğin akademi kritiği) 6(19), 1-18.

Ulam, S. (1976). *Adventures of a mathematician* (Bir matematikçinin maceraları). New York: Scribner.

Van der Waerden, B. L. (1937). *Modern algebra* (Modern cebir) Berlin: Springer.

Weil, A. (1992). *The apprenticeship of a mathematician* (Bir matematikçinin çıraklık dönemi). Basel: Birkhauser.

Zelevinsky, A. (2005). Remembering Bella Abramovna (Bella Abramovna'yı hatırlamak). Shifman, M. (2005) versiyonunda. *You failed your math test, Comrade Einstein* (Matematik dersinden kaldınız, Yoldaş Einstein). Singapore: World Scientific.

Zdravkovska, S. & P. L. Duren. *Golden Years of Moscow matematics, History of mathematics* (Moskova matematiğinin altın yılları, Matematiğin tarihçesi) cilt 6, Providence, R. I.: American Mathematical Society.

+7+

Matematikte Cinsiyet ve Yaş

Bölüm 5'te Hardy'nin slogan haline gelmiş "Matematik genç adamların oyunudur" sözlerinden alıntı yaptık. Bu bölümde bu sloganı, "genç" ve "adam" olarak her iki yönden dikkatle inceleyeceğiz. Bir matematikçi yaşlanırsa ne olur? Kadınlar erkeklerle aynı kariyer şansına sahip midir? Kadınlar, erkek meslektaşları gibi aynı ritim ve kalıpları mı takip eder? Bu bölümün ikinci yarısında yaş ve matematikçilerin yaşlanmasını gözden geçireceğiz. İlk yarısında ise kadın matematikçilerin geçmiş ve günümüzdeki durumlarını araştıracağız.

Matematikte Kadınlar

Hardy *"genç adamın oyunudur"* ifadesi ile kadınları dışarıda bırakmıyordu. Ünlü İngiliz analisti Mary Cartwright onun öğrencisiydi. 1941'de Hardy *Bir Matematikçinin Özrü (A Mathematician's Apology)* kitabında "adam"ın normal kullanımının hem "maskülen" hem de "insan" olduğunu söyler. Günümüzde hem erkek hem de kadınları kastettiğimizde "genç insan" deriz. Hardy sadece barışçıl ve ateist olmakla kalmıyordu, İngiliz-Amerikan biyofizikçisi Dorothy Wrinch'in aktif desteği ile beyan ettiği gibi erken zamanlarda feminist olmuş birisiydi.[1]

Burada, geçmişte ve günümüzde matematik alanında çalışma yapan kadınlara ilişkin bir araştırma özeti sunacağız. Geçmiş yıllarda matematik hakikaten büyük çoğunlukla "erkeklerin oyunuydu", çünkü kadınlar dışarıda kalıyorlardı. Esas itibarıyla bu,

matematikçiler tarafından dışlanmakla değil, ilk olarak anne ve babanın sosyal beklentilerini yatıştırmak ve üniversite yönetimlerinin dışarıda bırakan politikalarıyla ilgiliydi. Tam eşitlik ve adalete uygunluk hâlâ emek harcanması gereken bir hedeftir.

Maria-Sophie Germain (1776-1831)

Bölüm 1'de devrimci Paris'te Germain'in 13 yaşında, anne ve babasının öfkeli karşı çıkışlarına rağmen, nasıl Arşimet ve matematikle büyülendiğini anlatmıştık. Sophie'yi yenemeyeceklerini anladıklarında, babası onun araştırmaları için bir fon ayırdı ve matematik topluluğuna girmesi için onun çabalarına destek oldu. Uzun yıllardır anne ve babasından aldığı tek teşvik buydu. Daha sonraki yıllarda matematikle ilgilenen birçok diğer kadın gibi kendisini tamamen işine adadı ve hiç evlenmedi.

1794'te Paris'te erkek öğrenci kabul eden École Polytechnique açıldı. Sophie, Antoine-August Le Blanc isimli eski bir öğrencinin kimliğini devraldı. Le Blanc'ın okulu terk etmesine rağmen akademi, konferans notlarını ve problemleri onun için basıyordu. Sophie bunları alıyor ve Le Blanc'ın adı altında denetmen Joseph-Louis Lagrange'a çözümleri yolluyordu. Fakat Lagrance, Le Blanch'in sonuçlarının gözle görülür bir ilerleme gösterdiğini fark etti ve Germain kimliğini açıklamaya zorlandı. Lagrange şaşkına döndü; Germain'in danışmanı ve arkadaşı oldu.

Germain, Lengendre'nin 1798 Essai sur le Theori des Nombres'te önerdiği bazı problemler hakkında yazdı. Bunu izleyen Legendre-Germain mektuplaşmaları neredeyse hemen bir iş ortaklığına dönüştü. Legendre, Germain'in bazı keşiflerini kitabının ikinci baskısının ekine koydu. Onun bazı mektupları daha sonradan Germain'in kitabı olan *Oeuvres Philosophiques de Sophie Germain*'da basıldı.

Her nasılsa Germain'in en ünlü yazışmaları Carl Friedrich Gauss (1777-1855) ile olandır. Germain, Gauss'un 1801'de ya-

yımladığı *Disquisitones Arithmeticae*'de sunulan metotlarını geliştirdi. 1804 ve 1809 yılları arasında Gauss'a, bir kadın olarak dikkate alınmamak korkusu ile M. LeBlanc takma adı altında düzinelerce mektup yazdı. Yazışmaları boyunca Gauss ona, meslektaşlarına yazdığı mektuplarda tekrar ettiği sayı teorisi kanıtlarını verdi. German'ın gerçek kimliği 1806'da Gauss'un memleketi olan Braunschweig'in Fransız işgaline uğramasından sonra ortaya çıktı. Arşimet'in kaderini hatırlaması ve Gauss'un güvenliği için, Germain, aile dostu olan bir general ile bağlantıya geçti. Bu müdahalenin M. LeBlanch adı altında kendisine yazan Germain tarafından olduğunu öğrenen Gauss ona büyük bir mutlulukla şunları yazdı: "Geleneklerimiz ve önyargılarımıza göre, güçlüklerle dolu araştırmalarla kendini tanıtmak için erkekten inanılmaz derecede daha fazla zorlukla karşılaşmıştır. Bununla beraber bu engellerin üstesinden gelmeyi ve en karanlık parçalarını gizlemeyi başarmıştır. Şüphesiz ki en soylu cesaret, son derece sıra dışı yetenekler ve olağanüstü dehaya sahip olmalıdır."[2]

Fermat'ın son teoremiyle ilgilenmeye başladı ve probleme yeni bir yaklaşım geliştirdi. *P* ve *2p+1*'in asal sayılar olduğunu düşündü. (Germain'in asal sayıları 5 ve 11'dir, fakat 13 değildir. Çünkü 2.13 +1=27'dir ve 27 asal sayı değildir.) German'ın asallarını oluşturan n değerleri için $x^n+y^n=z^n$ eşitliğini kanıtlamıştır. x, y ya da z değerleri n'nin bir katıdır. 1825'te Johann Peter Gustav Lejeune Dirichlet ve Adrien-Marie Lengendre bağımsız olarak n=5 için çözüm olmadığını buldular. Kanıtlarında Sophie Germain'in çalışmalarını esas aldılar. Bu, 1738'den 1840'a Kummer'in çalışmasına dek Fermat'ın son teoreminde en önemli sonuç olarak kaldı.

Gauss'un sayı teorisini bırakıp uygulamalı matematiğe dönmesinden sonra Germain da sayı teorisini bıraktı ve bunun yerine esneklik teorisiyle büyük bir mücadeleye girişti. 1808'de bir Alman fizikçi Ernst F. Chadlini, titreşen metal plakalar üzerinde kum katmanı ile ürettiği Chadlini figürlerini sergilediği

Paris'e gitti. Fransız Enstitüsü, "*elastik yüzeylerin titreşimi karşılaştırmaları ve teoriyi deneysel kanıtlar ile göstererek matematiksel bir teori ortaya koymak*"[3] üzerine sorunun çözülmesi ile bir yarışma düzenledi. Lagrange bunu çözmek için, hali hazırdaki matematiksel metotların yetersiz olduğunu söyledi. Yine de Germain, en belli başlı bazı matematikçiler ve fizikçilerle yarışarak ve işbirliği yaparak elastikiyet teorisi türetmek için bir sonraki on yılını harcadı. Ortalama eğrilik kavramını ortaya koyduğu ilk makalesini 1811'de verdi. 1811'de ilk başvuru yapan kişi olmasına rağmen ödülü kazanamadı. Lagrange bir jüri üyesiydi ve Germain'in hesaplarındaki hatayı düzeltti ve Chladni'nin kalıplarını ifade edebileceğine inandığı denklemler buldu. Son başvuru tarihi 2 yıla dek uzatılmıştı. Ve tekrar Germain başka çalışmalarla yine tek başına yarışmaya katıldı. Bazı durumlarda Lagrange'ın eşitliklerinin, Chladni'nin kalıplarının sonucunu verdiğini gösterdi, fakat fizik prensiplerinden Lagrange'ın eşitliklerinin tatmin edici bir türevini veremedi. Bu çalışması ile onur ödülüne layık görüldü. 1815'te yeniden açılan yarışmada Germain'in üçüncü denemesi, 1 kg gelen altın madalyayı kazandı. Sonuç olarak Fransız Bilimler Akademisi'nde toplantılara katılan ilk kadın matematikçi oldu.

Fakat ödül töreninde görülmedi, bunun sebebi belki de elastikiyet konusunda onun rakibi olan Poisson'un jüride olmasıdır. Germain'in çalışmasının kısa ve anlamlı bir halini akademiye göndermiştir. Fakat bununla ilgili Germain ile hiç konuşmamış ve akademi üyeleri arasındayken de onu görmezden gelmişti. Germain'in bu defteri kapatmasından daha sonra, diğerleri onunkilerin üzerine çalışma yaptıkça esneklik önemli bir bilimsel başlık olmuştur. 1829'da göğüs kanserine yakalandı. Hastalıkla ve 1830 devriminin kavgalarıyla uğraşırken sayı teorisi ve eğimli yüzeyler hakkındaki makalelerini hazırladı (1831). Arkadaşı Count Libri-Carducci'nin övgü dolu sözlerle şöyle yazmıştır, "*Kendinden önce her zaman başkalarını düşünmesine sebep olan şaşmaz bir cömertliği vardı... bilimde başarı temin etmenin*

avantajlarını hiç düşünmezdi. Kendisinin fikirlerinin, başkaları tarafından benimsendiği durumlarda meyve verdiğini gördüğünde neşelenirdi."[4]

Sofia Vasilyevna Kovalevskaya (1850-1891)

Kovalevskaya ile daha önce iki kez karşılaşmıştık: 1. Bölüm'de onun çocukken matematikle büyülenmesi ve çocuk odasındaki duvar kağıdı ile motive olmasını; ve sonra 5. Bölüm'de danışmanı Karl Weierstrass ile arkadaşlığını anlatmıştık. Şimdi biyografisinde eksik kalan yerleri dolduracağız.

Sofia, bir öğretmen olan Y. I. Malevich ile matematik çalışmaya başladığında, "matematikten o kadar etkilenmişti ki diğer derslerini ihmal etmeye başladı."[5]

Böylece babası matematik derslerine dur dedi. Fakat o Bourdeu'nun *Cebir* isimli kitabının bir kopyasını buldu, geceleri anne ve babası uyurken bunu okudu. Bir yıl sonra, komşuları Profesör Tytrov, aileye kendi yazdığı bir fizik kitabı verdi. Sofia trigonometrik formülleri anlamayınca, onları yorumlamayı denedi ve kendiliğinden söktü. Böylece Profesör Tytrov, Sofia'nın babasını kızının matematik çalışmasına izin vermesi için ikna etti.

Sofia 18 yaşına vardığında, üniversiteye gitmek istedi. Fakat Rus üniversiteleri bayan öğrenci almıyordu. Bununla beraber Rus kadınları, babaları veya kocalarının yazılı izni olmadan ailelerinden ayrı yaşayamıyorlardı. Babası ona 15 yaşındayken hesap işlemleri de dâhil olmak üzere matematik dersleri almasını sağlamıştı. Fakat yurtdışına gidebilmesi için izin vermiyordu. Bu yüzden Vladimir Kovalevskii adında uysal bir genç paleontoloji öğrencisi ile evlilik yaparak kaçtı. Rusya'yı kız kardeşi Anyuta'yı da alarak terk etti. Bundan sonraki 15 yıl kızgınlık, gerilim ve acılarla, karı koca arasındaki münakaşalar ve yanlış anlamalarla geçti.

Sofia, kardeşi Paris'e giderken, matematik ve doğa bilimleri çalışmak için Heidelberg'e gitti. Fakat Heidelberg Üniversitesi

kadınları almıyordu. Sonunda Sofia, konferans veren kişilerin izni ile resmi olmayan bir şekilde konferanslara katılmasına izin verecek şekilde otoriteleri ikna etti. Sofia, kısa sürede olağanüstü matematik yeteneği ile dikkat çekti. İki yıl sonra Karl Weierstrass ile çalışmak için Berlin'e gitti. Berlin'deki üniversite kadınları sınıflara almadığı için Weierstrass ile özel olarak çalıştı.

1874 Sonbaharı'yla birlikte, kısmi diferansiyel eşitlikleri, Abelyan integraller ve Satürn halkaları üzerine Weierstrass'ın doktora değerinde olduğunu farz ettiği üç çalışma hazırladı. Bunlardan ilki 1875'te *Crelle's Journal*'da basıldı.[6]

1874'te Göttingen Üniversitesi, üniversitede hiçbir derse gitmese de Kovalevskaya'yı, hiç girmediği halde sınavda en üstün dereceyi almışçasına doktora ile ödüllendirdi. Sofia Kovalevskaya, Avrupa'da ilk doktora unvanını alan ilk kadındı. Bugün doktora tezi, Cauchy-Kovalevskaya olarak adlandırılır.

Rusya'ya geri döndü ve eşinin memletketi olan St. Petersburg'a yerleşti. Doktorası ve Weierstrass'ın güçlü tavsiye mektuplarına[7] rağmen Kovaleskaya akademik bir pozisyon bulamadı. Onun en iyi işi ilkokul öğrencilerine aritmetik öğretmesi oldu. Bu konuyla ilgili acı bir şekilde şunu söyler, "Çarpım tablosunda ne yazık ki zayıftım"[8] Takip eden 6 yıl boyunca kendisini ailesine (lakabı Fufa olan kızı Sofia Vladinirovna 1878'de doğdu) ve bilimsel gazetecilik ve daha yüksek eğitim için kadın haklarını savunmaya adadı. Aynı zamanda Vera Barantzova olan ve bazı dillere çevrilen kurgu bir roman yazdı. (Sofia'nın edebiyata ilgisi, Dostoyevsky'nin anne-baba evine yaptığı düzenli misafirlikleri olan çocukluğuna dayanır.) 1890 da bir mektupta şunları yazar, "Bana öyle gelir ki şair, diğerlerinin görmediğini ve diğerlerinden daha derin görmelidir."[9]

St. Petersburg'da, Weierstrass'ın bir öğrencisi olan akranı Swede Gosta Mittag-Leffler tarafından ziyaret edilmiştir. Swede daha sonra şunları yazacaktır, "Konuştuğu zaman yüzü kadınsı zarafetin ifadesiyle ve baş döndürücü zekâsıyla ile parlıyordu.

Bilgiçlik ve gösterişten uzak tavırları basit ve doğaldı. Her yönden tam bir dünya kadınıydı. Bir bilim insanı olarak olağandışı açıklık ve duyarlılık ile karakterize edilmişti... Weierstrass'ın onu niye öğrencileri arasındaki en büyük hediye olarak düşündüğünü anlayabiliyorum."[10]

Chebyshev ve Mittag-Leffler onu St. Petersburg'daki uluslararası bir kongreye konuşması için davet ettiğinde, 1880'de matematiğe geri döndü. O yıl Berlin'e de geri döndü ve Weierstrass'ı ziyaret etti ve anizotropik ortalamalarda hafif yayılma üstüne çalışmaya başladı. 1882'de ışığın kırılımı ile ilgili üç makale yazdı.

1883 baharında, Vladimir intihar etti. Çift 2 yıldır ayrıydı. Suçluluktan kaçmak için kendini matematiğe adadı.

1883' de Mittag-Lefter karşı çıkışlara rağmen ona Stockholm Üniversitesi'nde özel bir doçentlik ayarladı. Son derece düşmanca atmosferde hayatta kalarak 1889'da, modern bir Avrupa üniversitesinde koltuk sahibi olan ilk kadın olarak hayat boyu profesörlükle ödüllendirildi.

Stockholm'de, analitikteki son başlıklar hakkında eğitim verdi ve yeni bir yayın olan *Acta Matematica*'nın editörü oldu. Paris ve Berlin'deki matematikçilerle irtibat sorumluluğunu üstlendi. Ve uluslararası konferanslar organize edilmesine yardım etti. Tekrar gençliğinde yaptığı gibi hatıra ve dramalar yazdı. 1886'da Fransız Bilimler Akademisi, durağan bir kütlenin hareketlerinin önemli katkılarının ifade edildiği Prix Bordin başlığını duyurdu. Kovalevskaya yarışmaya katıldı ve ödülü tek bir makale ile aldı. Bu parlak makalenin kabulü esnasında ödül 3000 frank'tan 5000 frank'a yükseltildi. 1889'da bu başlıktaki daha ileri bir çalışması İsveç Akademi Bilimleri tarafından ödüllendirildi. Ve Rus Emperyal Bilimler Akademisi'ne yazışmayı yürüten üye olarak seçildi. Rusya Devleti onun bir üniversitede pozisyon almasına defalarca karşı koymuştu ama Emperyal Akademisi'nin onun seçmesi ile kurallar değişti. İki yıl sonra, 1891'lerin başlarında, matematik gücünün ve ününün doruklarındayken Kovalevskaya grip ve zatürreden öldü.

Emmy Amelie Noether (1882-1935)

Bir sonraki biyografi olarak, 20. yüzyılın en büyük cebircilerinden biri olmak için çok büyük engellerle kararlılıkla boğuşan Emmy Amelie Noether'e geri dönüyoruz. Emmy dört çocuğun en büyüğü olarak dünyaya geldi. Babası Max, Erlangen'de saygıdeğer bir matematikçi ve profesördü. Annesi Ida Kaufmann Köln'lü zengin bir aileden geliyordu. Annesi ona yemek yapmayı ve temizliği öğretti. Erlangen'de genç hanımların gittiği Höhere Töchter Okulu'na gönderildi. Burada Almanca, İngilizce, Fransızca ve aritmetik çalıştı. Piyano dersleri aldı. Babasının üniversitesindeki meslektaşlarının çocuklarıyla partilerde dans etmeye bayılıyordu. Lise ve ileri dil eğitiminden sonra Bavaria'daki kız okulunda İngilizce ve Fransızca eğitimi verebilmesi için sertifika aldı.

Fakat Emmy Noether hiçbir zaman yabancı dil öğretmeni olmadı. 18 yaşındayken, babasının profesör ve kardeşi Fritz'in öğrenci olduğu Erlangan'de matematik dersleri almaya karar verdi. Fakat üniversitenin normal bir öğrencisi olamadı. 1898'de Erlangen Üniversitesi'nin akademik senatosu, bayan öğrencilerin tüm akademik düzeni bozacağını düşünerek bayan öğrencileri kabul etmiyordu. Fakat Emmy'nin derslere denetmen olarak girmesine izin verildi. 2 yıl sonra Göttingen Üniversitesi'ne gitti ve Blumenthal, Hilbert, Klein ve Minkowski'nin konferanslarına katıldı. Sonra 1904'te, hiçbir zaman düzenli bir üniversite öğrencisi olamadığı halde, Erlange'nde matematik üzerine doktora öğrencisi olmak için sınavları geçti. Çocukluğundan beri tanıdığı, babasının bir meslektaşı olan Paul Albert Gordan'ın danışmanlığında 1908'de hazırladığı doktora tezinin konusu "Üçlü Bikuadratik Formlar için Değişkenlerin Tam Sistemi (On Complete Systems of Invariants for Ternary Biquadratic Forms)" idi. Gordan'ın iş hayatı, değişkenler için cebirsel formüller hesaplamakla geçmişti. Daha sonra Noether bu tezin formüllerle dolu bir çerçöp olduğunu söyleyecektir.

Erlangen'de eğitim veremedi, çünkü kadın profesörleri çalıştırmıyorlardı. Fakat o babasına hasta olduğu zamanlarda derse girerek yardım etti. İş görememezliği yüzünden kızının yardımına minnettardı. Ve kısa zamanda Noether kendi çalışmalarını yayımlamaya başladı. Riesz-Fischer teoremi ile bilinen Ernst Fischer 1911'de Noether'i etkileyerek Gordan'ın hesapsal yaklaşımından Hilbert'in soyut yaklaşımına doğru kaymasını sağladı. Noether'in ünü çok çabuk büyüdü. 1908'de Circolo Matematico di Palermo, 1909'da Deutsche Mathematiker-Vereinigung'a seçildi.

1915'de Hilbert ve Klein, Noether'i Göttingen'e geri çağırdı. Noether'in uzmanlık alanı cebir olsa da, günümüzde "Noether teoremi" olarak bilinen teorik fizikteki merkezi sonucu onun Göttingen'deki ilk icraatıdır. Bu teorem, diferansiyel simetriler ve korunma yasaları arasında bir yazışmayı ortaya koyar ve Einstein'in genel görecelik teorisinde kullandığı bazı konseptler için yeni formüllere götürür. Amerikalı teorik fizikçi Lee Smolin şöyle yazmıştır, "Simetri ve korunma yasaları arasındaki ilişki 20. yüzyılın en büyük keşiflerinden biridir. Uzman olmayan çok az kişi, bu teorem ve onun yaratıcısı büyük Alman matematikçisi Emily Noether hakkında bir şey işitmiştir. Bu teorem, yirminci yüzyıl fiziği için ışık hızını geçmenin imkânsızlığı gibi fikirler denli gereklidir."[11]

Hilbert ve Klein, onu Göttingen'de kalmaya ikna ettiler. Hilbert, Noether'in konferans verebilmesi için onun kurslarını kendi adı altında duyurdu. Örneğin 1916-1917 kış sömestr kataloğunda bunlardan biri şu şekilde gösterilir: "Profesör Hilbert, Dr. E. Noether asistanlığında, 4-6 hafta pazartesileri, öğrenim harcı yok."

Hilbert ve Klein onun resmi olarak fakültede yer alması için çok büyük kavgalar verdiler. Savaş zamanıydı ve onlara karşı çıkanlar şunu soruyordu: "Bu ülkenin askerleri eve dönünce ve bir kadının ayağına gidip öğrenim alınca ne düşünecekler?" Hilbert de şöyle cevap veriyordu: "Adayın cinsiyetinin, onun özel

doçent olarak başvurmasına bir engel olarak görmüyorum. Hepsinden sonra üniversite senatosu hamam değil."[12]

Emmy barışçıldı ve savaştan nefret ediyordu. 1918'de Kaisser teslim oldu ve Almanya cumhuriyet haline geldi. Sonra Noether ve tüm kadınlar seçme hakkına sahip oldu ve bir yıl sonra 37 yaşındayken Göttingen'de özel doçent oldu. Özel doçent kendisine para ödenmeyen fakülte üyesidir, öğrencilerden bir miktar para toplaması beklenirdi. 3 yıl sonra kendisine daha yüksek bir unvan verildi, "resmi olmayan doçent", fakat hâlâ maaş ödenmiyordu, bu Göttingen'de kaldığı sürece hiç değişmedi. Bunun için birçok sebep vardı. Sadece kadın değil, aynı zamanda bir Yahudi, sosyal demokrat ve barışseverdi. Her nasılsa, Göttingen'deki doktora öğrencileri için tez danışmanı gibi rol oynayabildi.

1919'dan sonra Noether cebirde birkaç noktada görüş geliştirdi: basit, genel ve aksiyomatik özellikler cebirsel yapılar tarafından paylaşılıyordu. Bu yolla matematikte bir ana başlık olacak "idealler" teorisini üretti. Bu teorem, cebirsel bir ihtisas alanı olan halka teorisine dönüşmesine yardım edecektir. "Idealtheorie in Ringbereichen" adlı makalesinde ana sonucu buldu: artan zincir durumlarında herhangi bir yer değiştiren halkada, idealler baş ideallerin kesişimlerine bölünebilir. (Bölüm 4' de Groethendieck'i anlatırken halkadaki idealin ne anlama geldiğini anlatmıştık.)

Cebirde bunun temel bir teorem olmasının ötesinde bu çalışma matematikçilerin düşünme tarzını sistematik olarak değiştirdi. Noether'in cebire kavramsal yaklaşımı ile cebrin, cebir, geometri, lineer cebir, topoloji ve mantığı birleştiren bir bedene dönüşmesine neden oldu. Noether'in Rus ortağı P. S.Aleksandrov şöyle demişti: "Bize basit düşünmeyi öğretti... Genel, terimler, homomorfik imge, işlemcinin grup ya da halkası, idealler... bunlar karmaşık cebirsel hesaplar değildi."

1924 yılında Noether ile çalışan Felemenk matematikçi B. L. Van der Waerden *Modern Cebir* isimli çok etkili kitabını yayım-

ladı. İkinci cildin birçoğu Noether'in çalışmalarını kapsıyordu. 1926'da André Weil, Göttingen'i ziyaret etti. İlerleyen on yıllarda onun etkili Bourbaki grubu Noether'in aksiyomatik stilini saf matematiğin doğru hali olarak kendilerine adapte ettiler.

1927'den sonra, Helmut Hasse ve Richard Brauer ile değişme göstermeyen cebir üzerine Noether ile işbirliği yaptı. Emil Artin ve Helmut Hasse, Noether ile birlikte merkezi basit cebir teoremini kurdular.

Keskin zekâsı ve bulaşıcı coşkusu Emmy Noether'i, onunla çalışabilecek bu öğrenciler için verimli bir öğretmen yaptı. Onun stilini kapmış sadık takipçileri, "Noether'in oğulları" diye bilinirdi. Çalışmaları, kendi adı altından daha çok meslektaşları ve öğrencileri tarafından yayımlanmıştır.

Emmy bir insan olarak nasıldı? Hermann Weyl onun hakkında şöyle yazar: "Ilık, ekmek somunu gibidir. Üzerinden rahatlatıcı, yaşamsal bir sıcaklık yayılırdı. Şişman, fırtınalı ve gür sesliydi, fakat onu seven herkes için çok nazikti." Öğrencileri ailesi gibiydi ve onların sorunlarını dinlemeye her zaman hazırdı.

1933'te Almanya'da Naziler iktidara geldiler ve tüm Yahudilerin üniversiteden atılmasını talep ettiler. Nisan 1933'te eğitim vermesine son verildi. Hermann Weyl şöyle yazmıştır, "Kalbi kötülük bilmiyordu ve fenalığa inanmıyordu. Erkekler arasında bir rol oynayabileceği kafasından hiç geçmemişti. Göttingen'de geçirdiğimiz, 1933'ün o son fırtınalı yazında bu bana hiçbir zaman daha kuvvetli görünür hale gelmedi... Cesareti, kendi kaderi hakkındaki umursamazlığı, barışçı ruhu bizi çevreleyen tüm düşmanlık, aşağılık, umutsuzluk ve acının ortasındaydı."[13]

Noether'in erkek kardeşi Fritz, varlığı Ari ırk ilkeleri ile tezat oluşturmasından kaynaklanan şikâyetler yüzünden Breslau'daki Teknik Üniversite'deki pozisyonundan kovuldu. Sibirya'daki Tomsk şehrinde bir öğretmenlik pozisyonluğu için bir teklif aldı ve 1934'te ailesi ile buraya göçtü. 1937'de Alman ajanı olduğu

için hapse girdi ve 25 yıllık bir ceza aldı. Hapisteyken, Sovyet propagandası karşıtlığı yüzünden itham edildi ve 10 Eylül 1941'de idamı infaz edildi. 40 yıldan daha uzun bir süre sonra, Stalin'in ölümünden sonra, oğlu babasının eski itibarına kavuşturulmasından haberdar edildi.[14]

Arkadaşları, Emmy'e Moskova Üniversitesi'nde bir pozisyon ayarlamaya çalıştı. Ve sonra Bryn Mawr Koleji'nde bir profesörlük sunuldu. Bir zorluk vardı, çünkü Noether lisans eğitimi ile hiç ilgilenmiyordu ve Bryn Mawr Koleji'nin de lisans eğitimi vermeden kalıcı bir pozisyon edinme hiç olasılığı yoktu. (Matematik üst lisans programlarında dört fakültesi ve beş öğrencisi vardı.) Fakat Rockefeller Kuruluşu ve Alman Bilim Adamları için Acil Yardım Komitesi onun ilk yılının maaşlarını ödedi. Birkhoff, Lefschetz ve Wiener gibi destekçileri, kolejin Noether'in programını uzatmasında başarılı oldular.

Noether dört öğrencisini kanatlarının altına aldı, onlara Almanca ve İngilizce karışık olarak eğitim verdi. Aynı zamanda Princeton'da Institute for Advanced Study'de seminerler verdi. 1934'te aldığı yardım iki yıl için yenilendi. Bu Emmy Noether'in profesörlüğü için ödenen tam maaşın ilkiydi. İlk defa, kadın meslektaşları oldu. Bryn Mawr'daki matematik departmanının başı olan Anna Pell Wheeler ile çok iyi arkadaş oldu. Emmy, çevresindekilere bu yılların hayatındaki en mutlu yılları olduğunu anlatmıştır.

1935'te Bryn Mawr'daki bir sömestr aralığında rahim tümörüne yakalandı ve ameliyat oldu. Ameliyattan kısa bir süre sonra ani ve açıklanamaz komplikasyonlara bağlı olarak öldü. Hastalığından sadece yakın arkadaşlarına bahsettiği için ölümü herkesi şaşırttı. Noether hiç evlenmedi ve Birleşik Devletlerde hiç akrabası yoktu. Külleri, Bryn Mawr kampüsündeki Thomas Great Hall manastırına gömüldü. Erlangen'de karma eğitim veren bir matematik lisesine adı verildi.

Çağdaş Kadın Matematikçiler

Matematik alanında bir kadın olmak günümüzde neye benzer? Tabii ki Kovalevskaya ve Noether'ın zamanına göre birçok şey değişti. 20. yüzyılın başlarında birçok ülkede kadınlar üniversitede resmi olarak ders göremedi. Konferans veren kişinin izniyle denetmen olarak derslere katıldılar. Bazı kadınlar şüpheyle karşılandı veya erken okul yılları boyunca matematiğe karşı ilgilerini gösterdiklerinde öğretmenleri ile karşı karşıya kaldılar.

II. Dünya Savaşı'ndan önceki yıllarda birçok üniversite bayanlar tarafından yapılan başvurular için onların cesaretini kırmaya devam etti. Bu tür politikaların illegal hale gelmesine rağmen, matematiğe ilgi duyan kadınlara karşı tutum ve davranışlar önyargılı kaldı. Hamile veya küçük çocukları olan bayanlar çalışmalarını sürdürebilmenin zor olduğunu gördü. Bayan öğrencilerine sebat etmesi için cesaret veren öğretmenlere büyük iş düştü. Bunu izleyen psikolojik yaralar yavaş yavaş iyileştirildi.

II. Dünya Savaşı'ndan sonra, matematikçi kadın sayısı yükseldi. Kadınlar deneyimlerini toplantılar, komiteler ve Matematikçi Kadınlar Derneği'nde paylaşmaya başladığında, aile ve iş hayatlarının dengeleyecek başarılar için çözümler geliştirdi.

Bugün kariyerlerine günümüze yakın bir zamanda başlayan daha genç kadınlar için yol biraz daha kolaydır. Eşitlik fırsatı ve tüm akademik alanlarda eşit temsil edilmek için aktif çabaları ile matematik hayatı onlar için daha davetkâr bir duruma gelmiştir. Birleşmiş Devletlerde, matematik dâhil olmak üzere tüm üniversite departmanları gerçekte olumlu bir tavır almış durumdadır. Fakültelerdeki pozisyonlarda kadın eğitimci aranmaktadır. Matematik öğrencileri arasında, kadınlar artık onurlu bir şekilde temsil edilmektedir.

Kadınlar ve azınlıklar, her geçen gün artan sayılarda lisansüstü programlara girmektedir ve hatırı sayılır katkılar yapmaktadır. Son yirmi yılda matematikteki hem lisans, hem de

lisansüstü programlarda kadın iştiraklerinde ciddi bir artış yaşanmaktadır. Doktoraların üçte biri, seksenlerdeki sayıyı iki katına çıkaracak şekilde, kadınlara ayrılmıştır.[15]

Günümüzde üniversitelerin matematik departmanlarında, ayrıcalıklı pozisyonlarda kadınların dereceleri vardır. Birçoğu uluslararası organizasyonlarda tanınır. Cinsiyet ayrımcılığı yapan kişi sayısı azalırken, kadınlar daha büyük sayılarda ulusal ve bölümsel organizasyonlarda daha çok liderlik pozisyonu kazanmaktadır.

Matematik topluluğunda, her kadının hikâyesindeki başarılı sonuçlar meslektaşlarını desteklemektedir. Margaret Murray kadınlarla yaptığı röportajlarda en az bir kolej öğretmeninin onlara cesaret verdiğini ve etkilediğini bulmuştur. Matematikte kadınlar yaygın sosyal normların üstesinden gelmiştir.

Büyük ihtimalle çoğu kadın direnmek ve başarılarının yolundaki önyargı ve ayrımcılığın üstesinden gelmek zorunda kaldı. Ve yine de eşit şans ve yerinde destekle birlikte matematikte lider pozisyonda olan kadın sayısı küçüktür, hatta biyoloji gibi başka bilim dalları ile kıyaslandığında daha küçüktür. Fakülteler arasında hâlâ küçük bir azınlık vardır. En prestijli departmanlarda, hemen hemen yokturlar.

Matematikte Kadınlar kitabında, Claudia Henrion şunu sorar, "Matematikte bilhassa en yüksek derecelerde kadınlar göze çarpan bir şekilde niye temsil edilmezler? Ve ikinci olarak başarının standart ölçüleriyle bunu yapmış en başarılı kadınlar bile niye matematik topluluğunda genelde dışlanmış hissederler?"[16]

Doktora programlarını incelerken, Henrion'a büyük ve prestijli programa sahip matematik departmanlarında sandalye sayısına bakması tavsiye edilmiştir. Henrion sonuçla ilgili şunu yazmıştır, "Sen çok normalsin, buraya uymazsın."[17] Bu, onun röportaj yaptığı birçok kadının kariyerinde çeşitli zamanlarda yaşadıkları bir tecrübedir.

Popüler olarak matematik hâlâ bir erkek işidir. Erkeklere göre daha az kadın, gelişmiş matematik derslerine katılmayı

seçer. Matematikte doktora yapan kadınların arasında bile daha düşük oranda terfi ve araştırma verimliliği vardır. Bölüm 6'da Kadın Matematikçiler Derneği hakkında yazılanları daha önce gördüğümüz gibi, kadın matematikçi sayısını aşağıda tutan üç ana sorun vardır. Birincisi, bilimsel başarı için gerekli olan bağlantılar ve destekleyici sistemlerde daha büyük zorluklara sahip olmalarıdır. İkincisi, çocuk sahibi olmak arzu ve ihtiyacı yüzünden, araştırma kariyerlerine telafi edilmesi zor bir biçimde ara verirler. Üçüncü olarak, ağır ağır kaybolan kalıplaşmış örnekler ve cinsiyetin sosyal beklentileri kendinden şüphe yaratır. Bunlar, başarı için aktif kavgayı ve başarılı erkek matematikçilerin sıklıkla ortaya koyduğu tanınmayı köstekler.

Görüldüğü kadarı ile erkekler matematik çalışmakta daha büyük ölçüde özgürken kadınlar için destek grupları yaratmak çoğu kez yoğun çaba gerektirir. Kadın lisansüstü matematik öğrencileri, erkek meslektaş öğrencilere göre, çalışma ve konuşma gruplarıyla ilişki kurmadaki güçlükten bahseder. Eğer matematiksel uzmanlık çevrelerinde başka bir kadın yoksa lisansüstü eğitim almak için kadınların, erkek sosyal çevrelerine kabul edilmeleri için olağandışı incelik ve gayret göstermesi gerekir.

Henrion kitabının birinci bölümünde şöyle der, "Bir erkek için, bahşedilmiş gibi alması kolay gelen bir matematik topluluğuna bağlanmak işi, olayların normal seyrinin bir parçasıdır. Arka sahnede topluluk görünür olarak onlara iş sağlar. Fikirler üzerine beyin fırtınaları yaparlar, barlarda veya hamamda geçmiş teoremler üzerine haberlerin değiş tokuş ederler ve konuşmacı veya editör olarak her birinin ismi tavsiye edilir."[18]

Henrion'un söyleşi yaptığı en ünlü bayan matematikçilerden birisi Karen Uhlenbeck'tir. Uhlenbeck Austin'deki Texas Üniversitesi'nde profesördür ve prestijli dahi Mac Arthur ödülünü almıştır. Orman korucusu olacağını düşünen Uhlenbeck küçük bir kızdan çok erkeğe benzerdi. Teorik fizik, soyut geometri, lineer olmayan kısmi eşitlikler gibi konularda fikirler arasında şaşırtıcı bağlantılar bulan matematik stili son derece bireysel

olagelmiştir. Lisansüstü okul ve fakülte pozisyonu üzerine yaptığı kariyer yolculuğunda, kendisi bununla ilgili bilinçli bir plan yapmaksızın ilerlemiştir. Diğerlerinin onun çalışmalarını fark etmeleri ve bundan etkilenmeleri sayesinde bunu başarmıştır. MacArthur bursu ve Ulusal Bilimler Akademisi'nde üyelik itibarlarına karşılık, Uhlenbeck şöyle demişti, "Kendimi başarılı matematikçi modeline tam olarak dönüştüremedim... Çünkü aynı noktada bana öyle umutsuz geliyordu ki dışarıdan içeriye bakmak için kendimden feragat ettim."[19]

İkinci sorun aile hayatı sorunudur. Bir yüzyıl önce, akademik hayatta iş sahibi olmak isteyen az bir kadın vardı, ve bunların bekâr kalması bekleniyordu. Ne Germain, Kovalevskaya ne de Noether standart koca ve çocuk aile hayatına sahip oldu. Bugün, bu limit, birçok kadın matematikçi tarafından kabul edilmemektedir. Fakat çocuk sahibi olmak, bir annenin profesyonel aktivitelerine engel olan bir sınırdır. Hamilelik de problemli olabilir. Çocuk doğumu ve bakımı, bebeklik dönemi, eğer destekleyici bir baba, anne veya kayınvalide yoksa annenin çalışma ve araştırmasına uzun bir ara vermesine neden olur. Daha sonraki yıllarında mükemmel iş yapmış göze çarpan matematikçi örneklerinin varlığına rağmen genç ve enerjik matematikçiler miti genç kadının hissettiği baskıya katkıda bulunur. Eğer genç matematikçilerin üzerine fazla odaklanılmazsa, kadının programını beyninde oluşturması daha verimli olacaktır.

"Çocuk sahibi olmak için lisansüstü programınızın son yılları mı uygundur?" sorusuna farklı kadın matematikçiler farklı cevaplar vermişlerdir. (Mantıkçı Lenore Blum ve kombinasyoncu Fan Chung Graham gibi.) "Ya da lisans eğitimden sonra, lisansüstü programını erteleyerek mi çocuk sahibi olmak daha iyidir ?" (Kolombiya Üniversitesi'nin Barnard Koleji'nden topolojist Joan Birman'ın izlediği yol: lisansüstü programını 41 yaşındayken bitirdi.) Ya da otuzların sonu, kırk yaşlar civarında mı çocuk sahibi olunmalıdır?



Resim 7-1. Karen Uhlenbeck, MacArthur madalyası sahibi ve matematiksel fizik alanında öncü araştırmacı.

Chung, Bell Labs'deki eğitiminin ikinci yılında hamilelik için haklarından feragat etti ve ikinci çocuğunu 4 haftalık izninde dünyaya getirdi (bu sürede aynı zamanda bir makale de hazırlamıştır). Müdürü, çocuğu olduğu için işten ayrılıp ayrılmayacağını merak etti. Adam, Chung'ın zaten 2 yaşında bir çocuk sahibi de olduğunun farkında değildi. Tam zamanlı bakım ve destekleyici bir kocaya sahip olduğu kesindi. Lenore Blum'un bir profesörü onu dört aylık bir bebekle görünce, "Bu çocuk nereden çıktı? Bu kimin?" demiştir.[20] Hamileliğinden ve doğumdan bihaberdi.

Bantlar ve düğümler konusunda uzmanlık yapan Joan Birman, topoloji konusunda seçkin bir araştırmacıdır. Yıllarca mühendislik firmalarında çalışan ve üç çocuk büyüten Joan Birman, Wilhelm Magnus'un öğrencisi olarak Courant Enstitüsü'nde doktora yapma fırsatı kazandı. Bir yüksek lisans programında yarı zamanlı öğrenci olarak başlayan Birman, New York Üniversitesi'nde lisansüstü okul hayatına döndü. Geleneksel olarak bir matematikçinin en verimli yılları olarak bilinen gençlik yıllarında çocuk sahibi olmaya dikkat çeker. Daha uzun bir zamana



Resim 7-2. Fam Chung, Amerikalı kombinasyonalci.

yayılan verimliliklerine bakmaya uygunluk gösterdi. Araştırma düzenine hayatının ileriki yıllarında girmiştir. Birman doktoraya giden yolda göreceli olarak daha düz bir yol izlemiş ve sonunda araştırmacı matematikçi olarak kendisine saygı duyulan bir pozisyon yaratmıştır. Aynı zamanda çocuk sahibi olan birçok kadın görev sürelerinin dolduğuna karar vermiştir, "erkekler matematik üzerine çılgınca çalışıyorlar ve kadınlar bu seçimi görüyor, daha küçük bir gayret gösterirseniz, araştırmanız ölür."[21]

Yüksek lisans veren okuldan doktora çalışması, profesör asistanlığı, tam profesörlüğe giden çizgisel rotada herhangi bir sapma şüphelidir. Matematikten birkaç yıl uzakta kaldıktan



Resim 7-3. Joan Birman, Kolombiya Üniversitesi'nde topolojist.

sonra geri dönüş zor olur. Çok az yeniden giriş noktası olur. Çocuğunuz varsa, bazı meslektaşlarınız sizi işinizde tam ciddi olmamakla algılarlar. "Sen ya bir matematikçi ya da annesin. İkisi birden olamazsın" sessiz mesajı, "erkekler matematik yapar, kadınlar annelik" varsayımı ile birlikte yol alır. Bir matematikçi olmak isteyen genç bir kadın için, çocuk sahibi olmak için uygun hiçbir zaman periyodu yoktur. Matematik toplulukları bu çelişki ile mücadele etmek için yollar bulmak zorundadır.

Çalışmalarına yeniden girme konusunda seçkin bir başarı, tam sayılardan ziyade gerçek sayıları kullanarak teorik sayısal analiz konusunda Steve Smale ve Mike Shub ile işbirliği yapan Lenore Blum'a aittir. Berkeley'deki, Kaliforniya Üniversitesi'nde söz verilen bir pozisyonun, açıklanamayan bir sebeple kapanmasından sonra, bir kadın koleji olan Mills Koleji'nde, kariyerinin başlarında bir iş teklifini kabul etmiştir. Mills'te mükemmel bir matematik programı yarattı ve geliştirdi. Ve matematikte kadınların yer almasının büyümesi için derinden uğraştı ve Matematikçi Kadınlar Derneği'nin başkanı oldu. 13 yıl kendini bu işe adadıktan sonra, 40 yaşında, araştırmalarına geri döndü ve yüksek derecede başarılı bir kariyere başlamayı başardı.

Üçüncü olarak sıklıkla bahsedilen negatif faktör psikolojiktir. Tüm matematikçiler kendilerinden şüphe duyarlar. Yeteri kadar akıllı mıyım? Bunu yapabilir miyim? Bunu hâlâ yapabilir miyim? Bu tür kendinden kuşkular bazı kadınlar için çok daha sert ve daha baskındır. Matematiğin erkek işi olduğuna dair sosyal klişe gönülsüzce içselleştirilir. Bir kadın için rahat hissetmek ve matematik topluluğunca kabul edilmek uzun yıllar alabilir.

Birçok genç matematikçi, ilgileri ve yetenekleri farkına varılmayan çevrelerde büyürler. Birçok kadının acı çekmeye devam ettiği zayıflık hissi vardır. Katherina Socha'nın yazdığı *In Complexities (Güçlükler İçinde)*'in bir cildi kadınlar hakkında ve onlar tarafından yazılmıştır. Socha burada bu tür bir kendinden kuşku ve danışmanların yaptığı farklılıktan bahseder: "Yeteri kadar iyi olmaktan endişeliydim. Fakat lisansüstü eğitimimden yıllar sonra bir perspektif ve - kimin standardına göre yeteri kadar iyiyi sorgulayan - kendine güven geliştirebildim mi?"[22] Socha şöyle yorum yapar, "Matematik sınıflarına girmemi sağlayan entelektüel cesaretimi kanıtlayan sadece benim inatçı kararlılığımdı."[23]

Judy Roitman kendisi hakkında şöyle konuşur, "Sanırım biraz kendime dikkat çekme meraklısı ve bir sıçrayışta atlayan birisi gibi davrandım, çünkü işitilmek için lisansüstü bir okula girmek zorundaydım. Bu yüzden her zaman iyi bir meslektaş değilimdir. Doğru biçimde sosyalleştiğimi ve diğerleri ile iyi çalıştığımı düşünmüyorum. Temelde, ciddi alınmayacağım konusunda fazla duyarlıyım. Basit olarak kaçmak veya vazgeçmek eğilimi gösteririm."[24]

Benbow ve Stanley'in (1980) geniş bir şekilde propagandası yapılmış çalışmaları test edilen performanslarda erkek egemenliğini rapor eder ve cinsiyetçiliğin kalıplaşmış örneklerine katkıda bulunur. Fakat bundan sonra geniş verilerin analizleri matematiksel başarıda cinsiyet farkının sürekli olarak azaldığını gösterir.[25]



Resim 7-4. Manuel, Lenore ve Avrim Blum. Şu anda üçü de Carnegie-Mellon Üniversitesi'nde profesör.

Claudia Henrion, yarım düzine şöhretli bayan matematikçi ile geniş kapsamlı söyleşiler gerçekleştirdi. Erkek egemen matematiksel yapı içinde, başarı elde etmek için farklı yolların dikkate değer alanlarını buldu.

Sekizinci bölümde çokça alıntı yapacağımız Mary Rudin, matematik kariyerini kendine has amatör bir biçimde harcadı. Bir yandan ev işleri ve dört çocuğunun büyümesi ile uğraşırken bir yandan da yarı zamanlı işlerde çalışıyordu. İlk işine danışmanı R. L. Moore tarafından, kendisi hiç çaba sarf etmeden yerleştirildi. Kocası Walter matematiğin tamamen farklı alanlarında uzmanlık yapan iyi bilinen ayrıcalıklı bir profesördü. 1971'de en iyi bilinen matematikçilerinden biri ve yarı-zamanlı eğitmenleri kadın olan Wisconsin'deki matematik departmanı bu tür bir durum çok utanç verici bir hale geldiğinden, ona profesörlük vererek bir adım attı. Bu tür bir terfi Mary Rudin tarafından takdirle karşılansa da hiç aradığı ve beklediği bir şey değildi. Bu olduğunda 47 yaşındaydı.

Rudin'in hikâyesi ile en sert zbüyük tezat oluşturan bir hikâye, bölüm 1 ve 5'te karşılaştığımız ve bölüm 9'da yine ele alacağımız Afro-Amerikan matematikçi Vivienne Malone-Mayes'indir. Mayes, lisans ve yüksek lisans derecelerini Tennesse'deki Nash-

ville'de, Fisk'te tamamlamıştır. Fisk, Washington D. C.'deki Howard Üniversitesi gibi yüksek payeli ve prestijli geleneksel siyahi enstitüsüdür. Fisk'te, Evelyn Boyd Granville ve Lee Lorch'tur. Granville o zamanlar matematik profesörlüğünü kazanan iki Afro-Amerikan bayan matematikçisinden birisidir. Lee Lorch ise sivil haklar ve siyahi Amerikalılar için eşitlik efsanevi bir savaşçı olarak tanınan beyaz bir matematikçidir. Fisk'ten mezun olduğunda, danışmanları Granville ve Lorch gibi yetenekli siyahi gençler aradığı Paul Quinn Koleji ve Bishop Koleji'nde çalıştı. Onları doktora, lisansüstü gibi gelişmiş eğitim almaları için cesaretlendirdi. Sonuç olarak kendisi doktora yapmak için geri döndü. Baylor Üniversitesi'ne birkaç blok uzaklıkta büyümüştü, fakat onların lisansüstü programına başvurduğunda, siyahilere izin olmadığı anlatıldı. 1960'ların ilk yıllarında Austin'deki Texas Üniversitesi sadece beyazlara eğitim hakkı verilen politikasından vazgeçmesi için zorlandı. Mayes başvuru yaptı ve Austin'deki doktora programına kabul edildi. Topluluğundaki bazılarının siyah bir kadın için anlamsız olarak düşündüğü bir yol izledi, tabii ki bu yol iş sahibi olmak için pratik bir yol değildi. Zamanla Austin'deki doktora programını tamamladı. Baylor Üniversitesi siyahiler için uyguladığı politikadan vazgeçti ve ona fakültede bir pozisyon önerdi! Büyük çoğunluğu beyaz olan enstitüde 1966'dan 1994'e dek eğitim verdi. 1971'de Baylor öğrenci kongresi onu yılın takdire şayan fakülte üyesi seçti.

Her nasılsa, Mayes'in Baylor'da başarılı eğitim verme kariyeri, fakültenin geriye kalanından adeta yalıtılmasına mal oldu. Nitekim diğer beyaz eğitmenlerle kıyaslandığında daha az maaş alıyordu. Ve yaz sınıfları için departman yetkilisiyle konuştuğunda, "Beyaz erkek fakülte üyelerine henüz yaz sınıfı teklif etmedim" gibi bir cevap alıyordu.[26] Kariyeri boyunca Mayes dini yardımlar, öğrencilerine verdiği özel dersler ve Afro-Amerikan topluluğun desteği ile hayatını sürdürdü.

Tüm bu çok farklı hikâyelerde, başarının üç elementi vardır: ısrarlı bir biçimde kendine güven, danışmanlarla ve işbirlikçilerle bağlantı kurmak, doğru zamanda doğru yerde olmak.

Ne Yapılabilir?

Complexities yazarları, liseli çocuklar için matematik ve bilgisayar kamplarının etkilerini yazarlar. Aynı zamanda saygın enstitülerde özel kadınların danışmanlık programlarından, çevirimiçi ağdan ve Matematikçi Kadınlar Derneği dâhil olmak üzere destekleyici gruplardan da bahsederler.

Joan Birman, Henrion'a şunları anlatmıştır, "Matematikte kadınların yer almamasına çözüm olarak görebilseydim, ilk olarak geç bir vakitte matematiğe geri dönmeyi düşünmelerini ve bunun yolunun açılmasını beklerdim. Ve bunu yapabilmeleri için pratik bir yol sunmak gerekir... Ve tüm topluluk bunu başka bir seçenek olarak kabul etseydi, tüm bunlar yardımcı olurdu."[27] Joan Birman şu anda profesör olduğu Kolombiya Üniversitesi'nde doktora programı alamamıştı. Çünkü yarı zamanlı öğrenci olarak lisansüstü okuluna gitmesi gerekliydi. Fakat Kolombiya Üniversitesi matematikte yarı-zamanlı öğrencilere izin vermiyordu.

Fakat şu anda Smith Koleji'ndeki Ada Comstock programı çocuk yetiştirmek için okulunu terk etmek zorunda kalmış daha yaşlı kadınlara lisans eğitimlerini bitirmeleri için izin verir. New York Üniversitesi gibi bazı doktora programları daha yaşlı öğrencileri kabul eder. Ulusal Bilim Kuruluşu çalışmalarına geri dönen matematikçi kadınlar için bir programa sahiplik eder.

Matematikçiler için, kariyerlerinin bazı zaman dilimlerinde, belki lisansüstü veya profesörlük zamanlarında, yarı zamanlı bir şekilde iştirak etmeleri için bazı yollar olmalı. İnsanların çocuk sahibi olmalarına izin veren ve yine de profesyonel olarak aktif kalmalarını sağlayacak bu yol birkaç yıl için küçültülmüş bir adım olacaktır. Çocuk sahibi olmak gibi, mazur görülebilecek kişisel durumlar için memuriyet süresince bazı tatiller uzatılabilir. Bazı kolej ve üniversiteler bu tür politikaları tesis etmeye başladı. Kolej ve üniversitelerde, matematik toplantılarında çocuklar için bakım yuvası, esnek eğitim takvimleri, her iş günü

için çocuk yuvası olması ve tabi ki matematik topluluklarında tavır ve tutumlardaki değişiklik önemlidir. Bu tavır ve tutumlar kadınların matematiğe geri dönmesi için izlenen resmi politikalardan daha önemlidir. Matematik topluluğu, çocuk sahibi olmanın matematikte kariyer sahibi olmak ile bağdaştığını tebliğ etmelidir.

Yaşlanan Matematikçiler

Matematikçilerin yaşlanma hakkındaki deneyimleri ve duygularını anlattığı araştırmaları rapor edeceğiz. Bu konu hakkında Hardy'nin görüşlerine, Louis Mordell tarafından yapılmış eleştirileri sunacağız.

Bölüm 2'de Hardy'nin güzel ve melankolik makalesi, *Bir Matematikçinin Özrü'nden (A Mathmematician's Apology)* alıntılar yapmıştık. 60'larında Hardy yeni fikirler üretmek için çok yaşlı olduğunu söyler çünkü "matematik genç adamların oyunudur." Bu yüzden yeni matematik formülleri keşfetmek ve yaratmak olan bir matematikçinin işini yapmak yerine kitap yazmayı azaltmıştır. İlk önce "genç" kelimesine karşın bir şeyler anlatacağız. *Bir Matematikçinin Özrü*'nde Hardy matematiksel yaratıcılığının en yüksek olduğu dönemlerin, John Littlewood ve Srinivasa Ramanujan ile işbirliği yaptığı kırklı yaşlar olduğunu söyler. İşbirliği içinde bulunduğu Littlewood, uzun verimli hayatı ile Hardy'nin "genç adam" teorisini çürüten en çarpıcı örnektir. Littlewood, Hardy'den 30 yıl fazla yaşamıştır. Van der Pol'un eşitlik ve genellemeleri üzerine, Mary Cartwright ile birlikte yazdığı, en karışık ve önemli çalışmalarını hazırladığında 70'inin üzerindeydi. Bu 110 sayfa tutan zor bir analizdi. Littlewood bu çalışmayı "canavar" olarak adlandırmıştı ve şöyle demişti: "Zor ilerleyen bir çalışma ve onu kendim yazmamış gibi okumalıyım." Yıllar sonra bu çalışma, kaos teorisi için erken bir devrim ve başarı olarak hatırlanacaktır. (Bölüm 2'ye bakınız) On yıl sonra, 84 yaşındayken, *Journal of Apllied Probability*'nin ilk sa-



Resim 7-5. Louis Joel Mordell ve Gabor Szegó.

yısında, binominal dağılımın kuyruğundaki olasılık için çok kusursuz sınırlar verdiği bir çalışma yayımladı. Verdiği bu sınırlar hâlâ en iyisidir.[28] Littlewood'un son çalışması 1972'de 87 yaşındayken yayımlandı.

Hardy'nin *Özrü'ne*, onun varisi olan Cambridge'deki Louis Joel Mordell (1888-1972) tarafından da meydan okundu. Mordell'in hayatı, Hardy'nin kötümserliğine karşı başka bir örnektir. Mordell, Philadelphia'daki fakir Yahudi bir bilim adamının parlak oğlu olarak Cambridge'e 1906'da vardı. 1953'te, yetmiş beş yaşındayken emekli oldu. Fakat Mordell'in 270 yayının yarısı

bu emeklilikten sonra ortaya çıktı! Mordell'in mütevazı bir şekilde şöyle dediği rapor edilmiştir, "yetmişlerimde işimi, birçok genç erkeğin yapmaktan gurur duyacağı şekilde yaptım."[29] (Bugünlerde, sayı teorisindeki ünlü varsayımlarındaki bağlantı ile Mordell'den bahsedilmektedir.)[30] Emekli olduktan sonra, Mordell yaklaşık 190 tane olmak üzere dünyadaki üniversiteleri ziyaret etti. 1971'de, seksenlerindeyken hâlâ coşkulu bir şekilde geziyordu. Bir sayı teorisi konferansı için Moskova'ya, daha sonra Asya turuna ve başka bir seminer için Leningrad'a gitti. Birkaç ay sonra Cambridge'deki evinde öldü.

Bir yıl önce, 1970'de Hardy'nin *Özrü'ne* bir eleştiri yayımladı. Başlarken, Hardy'inin kendini küçümsemesi hükmünü sorgular, "Bir şeyler yapmak, yeni teoremler kanıtlamak, matematiğe bir şeyler eklemek ve diğer matematikçilerin yaptığı şeyler hakkında konuşmamak bir matematikçinin fonksiyonudur."[31]

Mordell şöyle devam eder:

> "Bir matematikçinin gerçek fonksiyonu matematiği geliştirmektir. Şüphesiz ki yeni sonuçların üretimi yapabileceği en önemli şeydir, fakat başlatabileceği veya içinde yer alacağı daha başka aktiviteler vardır. Hardy bunların tümünün paylaşımına sahip oldu. Altmış yıl önce matematik bitirme sınavlarının reformunda liderlik etti. Hardy, Londra Matematik topluluğunun iki kere sekreteri ve başkanı oldu... Hepimiz çok iyi biliyoruz ki yaşımız ilerledikçe en verimli dönemimizde değilizdir. Birçoğumuz, Hardy dışında, bu kaçınılmaz şeyi kabul ederiz. Belki geçmiş işimizin bir bölümünü düşünerek huzur bulabiliriz. Genç matematikçilere yardımcı da olabiliriz."[32]

Mordell, altmış, yetmiş veya seksenlerinde hâlâ aktif olan Littlewood, Chapman, Besicovitch ve Davenport'tan bahseder.

Mordell, Hardy'in matematiksel güzellik kavramına da karşı çıkarak yaklaşır. Hardy'nin kelimeleri sıklıkla alıntı yapılmıştır: "Bir matematikçi, bir ressam veya bir şair gibi kalıp yapan kişi-

dir ve bunlar güzel olmalıdır. Güzellik ilk testtir: dünyada çirkin matematik için hiçbir kalıcı yer yoktur." Fakat Mordell bunlara karşılık şunları söylemiştir: "Hardy'nin çalışmalarının güzellikle karakterize edildiğini düşünmüyorum. Daha çok kendi anlayışı, kendi genel durumu ve fikirleri açığa çıkarmada gösterdiği gücü ile çalışmalarını farklı kılmıştır. Onun elde ettiği birçok çözüm çok önemlidir, fakat kanıtları sıklıkla çok uzundur ve yoğunlaştırılmış bir dikkat gerektirir ve bu, düşünceler güzel ise birinin hislerini körletebilir."[33]

Mordell, Hardy'nin hükümlerini çürüterek bitirir ki bunlardan biri "Matematik dalgın bir nesne değildir" sözüdür. Mordell bunu şu şekilde cevaplar, "Matematik dalgın bir nesne değildir sözüyle ne demek istemiştir? Birçok insan matematik üzerine düşünceye dalma işinden büyük bir haz alır. Örneğin kanıtların güzelliği, sonuçların önemi ve gelişiminin tarihinden büyük bir zevk alır. Heyhat bu görünen o ki Hardy değildir."[34]

Matematikte yaşlanmayla ilgili fikirler değişmektedir. Bunu birkaç örnek izleyecektir. Bourbaki üyeleri grupta 50 yaşına dek aktif görev alabilirlerdi. Albert Einstein "Bilime büyük katkısını 30 yaşına dek yapamamış bir kişi bundan sonra da yapamaz" demiştir.[35] Fransız sayı teorisyeni André Weil şöyle yazmıştır, "Matematikte yaşlı bir kişi yararlı çalışmalar yapabilir, hatta bir buluş yapabilir, fakat bunlar nadirdir ve her durum için bizi merak ve hayranlıkla doldurur"[36] Felix Klein'ın 50. doğum gününde Grace Chislom Young'a şöyle fısıldamıştır, "Ah, seni kıskanıyorum. Verimliliğinin en mutlu yaşlarındasın. Senin hakkında herkes iyi konuşmaya başladığında, yokuş aşağı inmeye başlarsın."[37]

The New Yorker'daki "Matematik ve Yaratıcılık" isimli bir makalede Alfred Adler şöyle yazmıştır: "Matematiğe kendini adama işi orta ve ileriki yaşlarda nadiren olur. Matematikçiler bir süre sonra ikinci derecede daha önemsiz işler yaparlar. Buna ek olarak, matematik, daha yaşlı kişiler için daha derin ve engin bulunan yeni konseptler üretmeye devam eder. Bu yeni fikirler

adamakıllı çalışılmalı ve öğrenilmelidir. Genç matematikçiler, üniversitelerinde bu yeni konseptlere dalarlar ve bunları kolay bulurlar. Öğretmenlerine büyük acı veren bu zorluk karşısında onlar bunu doğal bulur. Öğrenciler, öğretmenlerinin durduğu noktada başlarlar ve öğretmenler bilim adamı olarak izleyiciler haline dönüşür."[38]

Cebirsel topolojinin kurucularından biri ve matematik kuruluşlarında enstitülerin büyük lideri olan L. E. Brouver (1881-1966), 24 yaşındayken daha yaşlı akademisyenler için şunları yazmıştır, "Ne zaman durması gerektiğini bilmeyen başkaları vardır, bunlar delirene kadar devam ederler. Saçları dökülür, miyop olur ve şişmanlar, mideleri çalışmaz hale gelir, astım ve gastritten sızlanırlar, bu yolla dengenin son raddesine neredeyse varıldığını farz ederler. Bilim için bu kadar çok, son çiçek ve kültürün kemikleşmesi..."[39]

Diğer bir tarafta, İsrail-Amerikan mantıkçı Abraham Robinson'un biyografi yazarı Joseph Dauben şunları yazmıştır, "Robinson her zaman en iyi matematikçilerin otuz yaşının altında olduğu mitini dağıttığı için memnun olmuştur. Çarpıcı bir karşıt örnek olarak, Robinson'un en iyi matematiksel zamanları büyük tecrübesinin faydalarını mahsul aldığı öldüğü yaş olan elli beştir."[40]

Abraham de Moivre (1667-1754) muhtemelen en önemli sonucu olan "yerel merkezi limit teoremi"ni 66 yaşındayken buldu. Tüm ciddiyetiyle Moivre'nin ölüm gününü doğru tahmin ettiği rapor edildi. Her gün 15 dakika fazla uyuduğu not edilerek, Moivre 24 saat uyuduğu gün öleceğini söyledi. Basit bir matematiksel işlem ile bunun 27 Kasım 1754 olduğunu da söyledi. Ve gerçekten o gün vefat etti.[41]

İngiliz cebirci J. J. Sylvester yetmişli, seksenli yaşlarına dek üretmeye devam eden Leibniz, Newton, Euler, Lagrange, Laplace, Gauss, Plato, Archimedes ve Pythagoras'u işaret etmiştir. "Matematikçiler uzun ve genç yaşar" demiştir. "Ruhun kanatları erken düşmez. Ne de kaba hayatın tozlu caddelerinden esen

dünyevi taneciklerle gözenekleri tıkanır." Sylvester'in kendisi, birleşmiş bölümler teorisi ve Goldbach'ın konjonktüründe yeni bir heyecan bulduğu 1896 yılında 82 yaşındaydı.[42]

Yaşlanma Üzerine Bir Araştırma[43]

Hangisi haklıdır, Mordell mi, Hardy mi? Matematiğin gerçekten genç bir adamın işi olup olmadığını öğrenmek için karar veren bu kitabın yazarlarından Ruben Harsh'ta bu soru bir merak uyandırdı. Amerikan Matematik Topluluğu'nun üye listesinden bir şekilde tanıdığı kadın ve erkeklerden oluşan 250 isim seçti.

Bu isimlerin büyük çoğunluğu Amerikalıydı, fakat Birleşik Devletlerde zaman geçirmiş birkaç Kanadalı, İsveç, Fransız, İsrailli ve Japon da vardı. Eğitim ve tecrübesini yansıtacak şekilde isimler ağırlıklı olarak teorik, uygulamalı, sayısal ve değişkenlerin kullanıldığı alanlarda diferansiyel denklemlerle ilgilenen isimlerden yoğun olarak seçildiler. Değişkenlerle çalışan işlemci, mantıksal dağılımcı, cebirci, topolojist, geometrici ve istatistikçiler de vardı. Matematiksel uzmanlık, sorular için çok fazla bir farklılık yaratmayacaktı. Bu cevaplarda ad belirtilmeyecekti.

Bazı soru demetleri vardı. Sorulara cevap veren kişilerin erken zamanlarındaki işinin değeri ve daha sonraki başarılarının zıttı bir durumla ilgilenilecekti. Yaşlanmanın bir sonucu olarak daha az coşku veya duygu kaybı deneyimlemişler miydi? Cevap veren kişi, araştırmadan çok eğitime veya yönetime yönelmiş miydi? Yaşlanma, departmanlarında veya daha büyük matematiksel topluluklarda cevap veren kişilerin hayatını nasıl etkiledi? Yaşının ilerlemesi ile birlikte başarı artmış mıydı; sorulara cevap veren matematikçilerin bireylere veya enstitülere önerileri var mıydı?

İyi bir cevap oranı kabul edilen 66 cevap vardı. Bunların 23'ü Birleşik Devlerdeki eyaletlerden, 3 tanesi Kanada'nın eyaletlerinden, İsveç'ten ve İsrail'den geliyordu. Yaşlar 60 ve 92 arasında değişiyordu. Bu 250 kişinin seçiminin tipik olması için bir iddia

yoktur, rasgele seçilmişlerdi. 250 kişiden 66'sı kesinlikle tipik değildi. Soruları cevaplayanların bir kısmının, eski bir tanıdıktan haber almak ve muhtemelen acı dolu durumlar hakkında tekrar düşünmek istediklerini biliyoruz. Bunlar çok mutsuz olmayan veya matematiksel hayatlarından utanç duymayan kişilerdi. Sorulara cevap vermeyen kişiler ise kozmosun karanlık yüzüne benzer. Onların niye dışarıda olduğunu biliyoruz, fakat neye benzediklerini sadece tahmin edebiliriz.

Cevap verenlerden iki kişi, ünlü matematikçilerin henüz basılmamış araştırmalarından erken bir şekilde haberdardı. Harvard'dan George Mackey, 50 lider matematikçi üzerine bir çalışma yaptı ve ortalama olarak en iyi işlerini otuzlu yaşların sonuna doğru yaptıkları sonucuna vardı. Robert Lee Moore'un öğrencisi, ünlü topologist Gail Young matematikte erken yaşta olgunlaşmış kişiler üzerine bir çalışma yaptı. Bu insanların erken yaşta aşırı çabadan tükendiğini bulmuştur. Gençler, bir insanın yaratıcılığı boyunca neredeyse sabit bir zaman diliminin varlığına inanıyorlardı. Bazıları bu periyodu erken, bazıları ise geç elde ederdi.

Hersh'in anketi, matematikçilerin şu an ve geçmiş zamandaki durumlarını sevmelerini mümkün olduğu kadar açığa çıkarmaya davet ediyordu. Bu matematikçiler örneğinin hayatlarını matematikte nasıl gördüklerine kısa bir bakış sağlıyordu. Bu cevaplar bir cetvel haline veya az çok istatiksel analiz olarak saptanmamıştır. Bu yansımalar, farklılıklarındaki ilgi ve bireysel bakış açılarını nasıl tanımladıklarını gösterir. Anketi cevaplayanların birçoğu çalışmalarına emekli olduktan sonra da devam etmiştir. Bazıları geçmiş araştırmalarının en iyisi olduklarını düşünmektedir. Bazıları ise, matematiksel topluluğun değerlendirmesinden çekinmeden neye ilgileri varsa onu, yaptıklarını belirtmişlerdir.

Ankete katılanların çoğu hayatlarının durumundan memnundur. S. S. Taylor'un Birleşmiş Milletlerdeki New Mexico ve Rhode Island; İngiltere'de Bath ve Sussex üniversitelerinden

emekli olanlarla yaptığı buna uygun bir rapordur. New Mexico emeklilerinin % 98'i, Rhode Island'ın % 97' si ve İngilizlerin % 84'ü Taylor'a emekliliklerinden epey veya çok memnun olduklarını söylemişlerdi. Amerikalı katılımcıların üçte ikisi Taylor'a emekliliklerinden önceki ile aynı veya daha yüksek getiri elde ettiklerini anlatmışlardı.[44]

Hersh'in Anketinden Sonuçlar

Cevaplar 6 grup oluşturulacak şekilde organize edilir. Bazı cevaplar birden fazla grupta yer almaktadır.

1. Matematikçiler, gençlikleri geçtiğinde avantajlarını kaybettiklerini rapor ederler.
2. Matematikçiler, daha sonraki zamanlarda gençliklerindeki gibi ya da daha iyi olurlar.
3. Yaşlanmanın belirtileri ve stratejilerle başa çıkmak.
4. Yaşlanma ve birinin kendi özel yeteneğini takip etmesi için ödenen kefaret.
5. Yaşlanan matematikçilere tavsiye.
6. Matematik departmanlarına tavsiye.

Bazı cevapları sınıflamak çok zordur. Örneğin bir matematikçi 75 yaşındayken çok güzel bir çalışma yayımladığını rapor eder. Bunun yanında daha iyi bir araştırma yapamadığından acı bir şekilde şikâyet eder. Bu ilk gruba mı, ikinci gruba mı ya da her iki gruba mı dâhil olur? Dördüncü gruptaki bazı acılı deneyimler beşinci gruptaki bazı tavsiyeler ile tezat oluşturur. Cevap veren birçok kişi "Dışarıdaki baskıya önem vermeden kendi özel yeteneklerini takip et" demiştir. Fakat bazıları da böyle yapmanın kefaretini ödemekten bahseder. Ankete katılanlardan bazıları yaşlarını belirtmemişlerdir. Hersh sadece birkaç tanesinin coğrafi konumlarını tespit edememiştir. Aşağıdaki parçalar daha uzun mesajlardan alınmıştır.

1. Matematikçiler, gençlikleri geçtiğinde avantajlarını kaybettiklerini rapor ederler

Bazı üzücü ve zor deneyimlerin raporları vardır. Kaliforniya'daki 72 yaşındaki analizci şöyle günah çıkarır, "Keyfim yerinde, fakat kapasitem 56 yaşıma göre azaldı. Yaşlılık ve alkol ve depresyon var." Kaliforniyalı geometrici şunu açıklar, "Matematiğin alanı çok hızlı hareket ediyor. Son 50 yılda atılan adım oldukça sıra dışı. İnsanın uzmanlık alanında çalışmayı sürdürmeye çalışması çok büyük çaba gerektirir. Bir kişi eski şeyi yapmakla kendini rahat hissetmez. Bazı büyük matematikçiler bununla başa çıkamaz. İçine girilebilir gözüken herhangi bir düzgün problem bulunduğunda, bunun üzerine atlamak konusunda pek istekli olurum. Bilimde keşif alanının çok hızlı ilerlemesi bir rahatsızlıktır. Matematik araştırmalarından vazgeçtiğimizden değil, matematik araştırmaları bizden uzaklaşır."

Ve 79 yaşındaki analizci Maryland şöyle yazar, "56 yaşımdayken daha önce sahip olduğum orijinalliğim olan her şeyi kaybettim, fakat öğrenme ve deneme isteğini değil." 62 yaşındaki Louisiana'daki eski bir arkadaş olan başka bir analizci şunları söyler, "Daha önceleri gece geç saatlere dek çalışırdım. Fakat şimdi takvim kayıtlarının girişlerini yapmak ve çalışmamı bitirmekten fazlası için çok bitkinim." Rhode Island'de bulunan 71 yaşındaki uygulamalı matematikçi ise şunları ifade eder, "Açıkça benim yaşımdayken en iyi gençlerle yarışmam mümkün değil. Bazıları hayatının ilerlemiş zamanlarında yapmış olduğu araştırma çabalarıyla aptal görünüyor. Benim umudum bunlardan korunmaktır."

İyi bilinen sayı teorisyeni Ivan Niven şöyle alıntı yapmıştır, "Yaşlandıkça daha çok şey bilirsiniz. Tüm metotlara sahipsinizdir ve düşünebildiğiniz tüm kombinasyon ve varyasyonları denersiniz. Eski hatıralardan aşağı doğru ilerlersiniz ve hiçbir şey çalışmaz olur." [45]

Bu kayıp hikâyelerin açıklamasında, yaşı ve yaşadığı yer bilinmeyen bir katılımcı şunları yazmıştır, "Matematik, zihinsel

enerjinin dengesi olmayan tüketimi ile içe dönük bir yönde ilerler. Birisi yaşlandıkça, problem çözmek için yoğunluğu seyrelterek ifade etmenin diğer formlarına karşı arzu duyar. 'Tüm bunlar ne anlama gelir?' sorusu daha sıkça sorulur ve bu işlemi yavaşlatır."

80 yaşındaki ünlü İsveç analizcisi şunları açıklamıştır, "Yaşlanmanın iki yönü vardır-sizin kendi yaşınız ve konunuzun ve katkılarınızın yaşı ve yaşlanması. Bu yaşlanma, daha genç olan rakiplerinizin çalışmalarıyla önünüze getirilen bir yaşlanmadır."

Diğer tarafta, başkaları başka görüşler sunmuşlardır.

2. Matematikçiler, daha sonraki zamanlarda gençliklerindeki gibi ya da daha iyi olurlar

Bu düşünce birçok kadın matematikçinin görüşü haline gelmiştir. Claudia Henrion, lider konumdaki yarım düzine Birleşmiş Milletler matematikçisi ile röportaj yapmıştır.[46] Ve bu kişiler, en iyi işlerini otuzlar, kırklar ve ellilerde yaptıklarını söylemişlerdi. Lenore Blum, Mills Kolejinde eğitim verdikten sonra ve kadınları matematiğe kazandırmak için ulusal programlarda çalıştıktan sonra matematiğe kırklı yaşlarında geri dönmüştür.

Dört çocuk yetiştirirken profesyonel olarak aktif kalan Mary Ellen Rudin, en iyi işini çocukların büyüdüğü elli ve altmış yaşlarında yaptığını söyler. Elli yaşına dek konferanslarını yarı zamanlı gerçekleştirmiştir. Bu arada Wisconsin Üniversitesi onu yarı zamanlı konferans hocalığından tam bir profesörlüğe terfi ettirmiştir. Rudin şunları söylemiştir, "Birçok insanın en iyi işini otuzlarında yaptığını düşünmüyorum ve tabii ki benim de en iyi işim elli beş yaşından önce değildi."[47] Diğerleri de Mary Ellen Rudin'in yolunu izleyebilir. Bunun için çocuklar ve matematik araştırmalarını dengeledikleri bir zaman diliminde yarı zamanlı çalışabilir.

Ünlü mantıkçı Marian Pour-El, Henrion ile yaptığı röportajda şunları anlatmıştır, "Otuzlarımın sonlarına dek tepenin zirvesine çıktığımı hiç hissetmedim. En iyi işimi daha sonra yaptı-

ğımı düşünüyorum."[48] Kolombiya Üniversitesi'nde Barnard Kolejinden Joan Birman 40 yaşına dek doktora derecesini almamıştır. Evliliğinin sorunları düzene girdikten ve çocukları büyüdükten sonra matematiğe daha iyi odaklanmıştır, "Bence matematik yapmaya ne zaman meraklıysanız o zaman önemlidir-yaşınız değil"[49] der. Nitekim Henrion'un söyleşi yaptığı birçok kadın yaşlandıkça işlerinde daha başarılı olduğunu düşünmektedir.

Hersh'in örneği olan 62 yaşındaki kadın olasılıkçı şöyle yazmıştır, "Erkekler biz kadınlardan daha hızlı yaşlanır. Bu onların daha erken takdir toplamasına yol açar. Bunları nasıl hareketlendiririz? Deniyorum... Hayatı daha istikrarlı ve memnun edici olanlar daha iyisini yapmayı sürdürüyorlar. Evliliği sona eren bir arkadaşım 42 yaşında araştırmayı bıraktı. Buna benzer 48 yaşında olan başka bir arkadaşım daha vardı."

Hersh'in başka bir örneği uzun dönem verimliliğin kaynağını iş ortaklığı olarak vurgular. Rhode Island'daki bu 71 yaşındaki analist ve uygulamalı matematikçi şöyle yazmıştır, "Temmuz 1995' te emekli olduğumda araştırmalarım arttı. Birçoğu daha önceki öğrencilerim veya üniversite üyelerinin çalışmaları ile bağlantılı. Bunlar daha önce kullandığım matematiksel enstrümanlardı. Bu büyük ihtimalle tipiktir. Departman başkanlığında 9 yıl büyük bir görevdi, çok fazla komite görevi ve dışarıdan bağış aramak gibi zorunluluklar vardı. Artık departman toplantılarına girmiyorum."

İllinois'li 69 yaşındaki analizci Hersh'e şöyle anlatmıştı: "En iyi işlerimin bazıları, 47 yaşından sonra ortaya çıktı. İçki krizi, 1974'ten 1977'e dek boşanma ve radyasyon ve implant ile başarılı bir şekilde tedavi edilen prostat kanseri mümkün motivasyonlardı. Bu tür bir travmadan sonra üstesinden geldim."

Kolorado'lu uygulamalı matematikçi şöyle düşünür, "Genç adamlar şanslı olabilir, fakat sıklıkla sadece daha yaşlı birisi yola işaret eder." Ve ankete katılan başka biri bunu şu yolla ifade eder, "Genç olan altın bulmuş olabilir ama kara parçasını okuyamıyor

olabilir; yaşlı olanın karaya karşı, neresinin kazılması gerektiğini gösteren tanıdıklığı vardır." En iyi yorum 70 yaşındaki Ohio'lu sayısal analizciden gelmiştir, "Geçenlerde beni bir arkadaşım, hayatı boyunca çok büyük çalışmalar yapmış olan Brahms ile karşılaştırdı. Bu övgünün karşılığını verecek kadar yaşamayı umuyorum."

3. Yaşlanmanın belirtileri ve stratejilerle başa çıkmak

Araştırmaya verilen cevaplar içinde yaşlanmayla başa çıkmak için birçok tavsiye vardı. 70 yaşındaki uygulamalı matematikçi şunları yazmıştı, "Yaşlandıkça, karmaşık bir durumun tüm konu başlıklarını aklımda tutmak daha zor olacak şekilde belleğim daha kötüye gider. Hesap yeteneklerim de kötüleşir. Rutin bir hesaptan çıkabilmem için daha fazla süreye ihtiyacım olur ve daha fazla hata yaparım. Hatalarımı hesaplarımı tekrar etmek yerine, neyin doğru göründüğü hissiyle yakalarım. Diğer taraftan verimli araştırma stratejileri geliştirmek için daha becerikliyim ve onları hayata geçirmek için daha cesurum... Entelektüel bir yaşamım ve benzer ilgi alanları olan bilim adamlarından oluşan dünya çapında küçük ama aktif bir topluluğum var."

Ve Kaliforniya'dan 74 yaşında sayısal analizci şöyle der, "Bu yılın sonunda emekli olmakla ilgili eğleniyorum. Bu konuda biraz gerginim, fakat birinci derecede araştırma yapmak için kabiliyetimin azaldığının açıkça farkındayım. En büyük sebep karmaşık ve detaylı elle işlem yapma yeteneğimi sürdürememem. Geçmişte saatlerce hesap yapardım, fakat şu anda bu tür bir dağınıklıktan kaçıyorum. Üzerinde çalışmam gereken az bir konu var, fakat onları daha dikkatli seçiyorum."

Zamanını Kaliforniya ve İsveç arasında geçiren başka bir sayısal analizci açık açık şunları söyler:

> "Yaşlanmak acı. Hâlâ matematik üzerinde çalışıyorum. Ne var ki yeni bir alana atlamıyorum, çünkü geçmişteki gibi bunun bir şeye götüreceği görüsüne sahip değilim. Her şey

tamamlanması için daha uzun zaman alıyor ve daha fazla hata yapıyorum. Ya da daha iyisi sonuç yanlış olduğunda bunu hemen bilemiyorum. Bu yüzden daha dikkatli kontrol etmem gerekiyor. Ben çok hoşlandığım biçimde iyi bir tez danışmanıydım. Öğrenciler hala benimle konuşuyor ve ben de hala onlarla çalışabiliyorum. Fakat artık öğrencim yok, çünkü 4 yıl daha yaşayacağımdan emin değilim. Bunun dışında modern problemlerle ilgili genç insanlar yine genç insanlarla çalışmalı. Yaşlı olmanın tek bir avantajı var. Birisi şanslıysa ve dengede kalabiliyorsa, bağımsız bir izleyici olarak dünyaya bakabilir."

76 yaşındaki İngiliz kökenli, şu anda New York eyaletinde yaşayan bir erkek topolojist durumunu dikkatle analiz etmiştir:

Araştırmaya devama mani olan temel etkenler: (a) Araştırma enerji gerektirir, ve bu artan kısa bir kaynaktır. (b) Araştırma eser bırakma gerektirir, ve bu birinin zihinsel ve fiziksel enerjisi azaldıkça zor bir hale gelir. (c) İyi bir araştırma önyargısız, hoşgörülü ve uyum gerektirir. Birisinin yaşı ilerledikçe eğilim dar bir yola konsantre olur. Bu, o kimsenin daha önce her zaman yaptığı ve bildiği için hâkim olduğu bir yoldur. İş ortaklığı, çalışma aktivitesinin devamlılığını sağlar. İşbirliği yaptığım kişilerin çoğu benim öğrencim olduğu için, daha gençlerle işbirliği yapmaya eğilimli oldum. Daha genç bir partner enerji ve son günlerdeki "sıcak gündem başlık" ile ilgili farkındalık sağlar; daha yaşlı partner ise bu başlığın tarihine büyük bir aşinalık ve olası metotların serisini sağlar.

(Gian-Carlo Rota benzer bir yorum yapar, "Benim yaşımda bir partner zorunluluktur.")[50]

Hindistan'daki 57 yaşındaki mantıkçının da şöyle bir açıklaması vardır. "Birinin matematik yeteneğini kullanarak yapacağı bir sürü yararlı şey vardır. Fakat eğitim ve araştırma ödülleri insanları işi genişletmek ve keşfetmek için yüreklendirmez. Dar

uzmanlık alanlarının sınırında sıkışırlar. Gerçekten karışık teknik bir iş yapmak için yetenek ve istekleri artık yoktur ve gidişat daha inişli yokuşludur. Birkaç hafta uzaklara gidersem ben hala bunu yapabilirim. Fakat evde aileye karşı sorumluluk konsantrasyonun önüne geçer. Yaşlandıkça daha da zorlaşır, bunun sebebi yaşlılık olduğu kadar diğer sorumluluk ve ilgilerdir."

En kısa ve tatlı satırlar Rhode Island'daki 71 yaşındaki uygulamalı matematikçiden gelir, "Karım ve ben kırk dört yıldır mutlu bir şekilde evliyiz, bu son derece önemlidir. Büyüyen zamanda bahçemiz zamanımızın büyük kısmını alır."

4. Bağımsızlığın Cezası

Ankete katılan bazı kişiler birinin kendi yolunu takip etmesi için bazı cezai şartları rapor etmişlerdir. Bu yorumlar, matematik departmanları tarafından araştırma için biraz ruh tavsiye eder. British Columbia'dan uygulamalı matematikçi şöyle rapor eder, "Son günlerdeki işim daha ilginç ve değerli. Matematik topluluğu ilgilenmedi ama ekoloji topluluğu ilgilendi." Ve Minesota'dan 68 yaşındaki sayı teorisyeni şunları söyledi, "En iyi çalışma kâğıdım sonraki literatürde hiç anılmadı. Kendime bunun konusundaki son sözü gösterdiğini söylüyorum." Hindistan'dan 57 yaşındaki mantıkçı şunları itiraf eder, "Yaptığım şey matematik topluluğu tarafından değerlendirilmediğinde kayıp hissettim. Ona kendi hatırına değer vermek biraz zamanımı aldı."

Kaliforniya'dan 72 yaşındaki analizci ise şöyle yorum yapmıştır, "Moda değişip ben değişmeyince matematik topluluğu benim işime olan ilgisini yitirdi. Başkan olarak geçirdiğim bir zamandan sonra, 40 yaşımdayken departmanda etkimi kaybettim." Ve başka biri şöyle yazmıştır, "Mutluluğumu takip ederek profesör olma şansımdan vazgeçtim. Benim en değerli profesyonel başarılarım, departmanımdaki liderler tarafından takdir edilmiyordu." Son olarak benzer şekilde başka bir yorum şudur, "En iyi çalışmalarım son yıllarda olmuştur ve hâlâ küçük ödeme

artışlarım oluyor ve departmanımda günden güne daha az etkili oluyorum. Bazı yaşıtlarımın durumu daha kötü. Matematik departmanları ve organizasyonları, daha yaşlı üyelerine dikkat etmiyor. Benim departmanımda emeklilikler aşağılık bir biçimde karşılanıyor: emekli olduklarında altın bir saat veririz, sonra onları unuturuz."

Alberta'daki uygulamalı matematikçi yönetim angaryalarına yardım ettiğini rapor etmiştir. "Çalışmalarımın değeri=oldukça yüksek, diğerleri tarafından ilgi=oldukça düşük. Matematik topluluğu birçok matematikçinin işine dikkat etmiyor... Diplomatik ve yönetimsel işler yapmak için birçok kere çağırılıyorum. Yetenekli bir yönetici değilim, fakat matematikçilerin büyük bir çoğunluğu ile karşılaştırıldığında bir yönetim dehasıyım."

Fakat hikâyenin artı kısmında birkaç yorum da şu şekildedir. Kaliforniya'dan 80 yaşında iyi tanınmış ölçü teorisyeni şunları söylemektedir, "Bana iyi davrandılar. Emekli olduktan on yıl sonra bile ofisim var." Ve benzer şekilde 66 yaşında İsveçli sayı analisti şunları rapor etmiştir, "Departmanımı bana iyi davrandı. Hâlâ bir ofisim var ve bazı lisans öğrencilerine baktığım için bana küçük bir miktar ödeme yapıyorlar. Araştırmalarım benim için, departmanıma göre olduğundan çok daha yüksek bir değerde, böylelikle onu aktif olarak desteklemeleri için herhangi bir sebep görünmüyor."

5. Yaşlanan Matematikçilere Tavsiyeler

Birçok katılımcı, meslektaş emekliler için bazı tavsiyelerde bulundu. Büyük analizci-topolojist Isadore (Izzy) Singer'dan alıntı yapan bir katılımcı "Kalemini hareketli tut" gibi bir tavsiyede bulundu. Bu tema diğer yanıtlarda da yankısını sürdürmüştür. 68 yaşındaki İsveçli analizci "Çalışmaya devam edin, yönetimsel işlerin arkasına saklanmayın" demiştir. Ve 67 yaşındaki mantıkçı "Durmayın. Bir kere durursanız, geriye dönmek zor olur. Alanın kendisi değişmez, siz değişirsiniz." diye yorum yapar. (Alberta'dan, 60 yaşında analizci)" İlk ve en önde gelen, konuya karşı derin bir aşka ihtiyacınız olur."

Daha pratik ve spesifik tavsiyeler de vardır. "Ofis sahibi olmak önemlidir"; 66 yaşındaki İsveçli bir sayı analizcisi bu tavsiyede bulunur. Utah'taki bir uygulamalı matematikçi ise şunları söyler, "Yönetimden uzak durun. Sizin yaratıcılığınızı uzaklaştırır ve gerçek bir vebadır." Illininois'ten 59 yaşındaki olasılıkçı şunu iddia eder, "Hardy insanlara yatkın olduğu konularda araştırma yapmalarını tavsiye etmiştir, böylelikle başa daha çok kan hücum eder."

Hersh, 1957'de Courant Enstitüsü'nde ileri hesap dersleri alırken onun profesörü olan İsveç'ten 71 yaşındaki harmonik analizcisi şunları yazmıştır, "Daha genç meslektaşlar ve öğrencilerle bağlantı kurun... Size bir matematik sorusu sorulduğunda, sizin alanınız dahi olmasa 15 dakika için kendinizi buna adayın. Bu rekabetçi uzmanlık alanında yüksek etik standartlar kurmaya çalışın. Matematiğin kolektif bir proje olduğunu düşünmeyi seviyorum. Yeni fikirlerin sabit bir şekilde akmasına, hizmete hazır izleyiciler ve tüketiciler olarak da katkı yaparız. (Karşı görüş olarak, matematikte kariyer yapmak kayak yapmak gibi bir ego yolculuğudur. Ve sadece en genç ve en güçlülere ayrılmıştır ki bunlar rekor kırarlar)"

Son olarak temel tavsiyeler de hatırlatılmaktadır. "Unutmayın, araştırma eğlenceli olmalıdır. Eğer fazla rekabetçi olursa zevkini kaybeder, onu bırakın. Araştırmanızı veya kendinizi çok ciddiye almayın! Ben iyi bir mizah anlayışı ile kutsanmışım fakat insan bunu başkalarına nasıl tavsiye eder?" (British Columbia'dan 77 yaşındaki sayı teorisyeni)

"Ne yapabilirsem onu yapıyorum ve bunun her dakikasından zevk alıyorum. Matematik topluluğu benimle ilgili, benim onlara karşı olduğumdan daha az farkındalık sahibi. Sürekli yeni şeyler öğrenin. Matematiği de onun eğlencesine yapın!" (New York'tan 77 yaşındaki sayı analizcisi) "Yaşlanmayı bırakın. Eğlenmeye devam edin. Ve benden bir bira için!" (Kaliforniyalı, 83 yaşındaki analizci)

Ve şimdi anketimize verilen cevapların son kategorisine geçiyoruz.

6. Matematik Topluluklarına Tavsiyeler

Kaliforniya'dan 74 yaşındaki uygulamalı matematikçi, matematikçiler için genel kariyer yolunda radikal bir değişiklik önermiştir, "Rasgele bir öğretim vermenin yanında matematikte bir araştırmaya hayat boyu hizmet verilmesinin uzun süredir yanlış olduğunu düşünüyorum." yazmıştır. "Bir insanın yetenekleri, vasıfları ve ilgileri değişir. Erken yaşlarda, diyelim ki 25-35 yaş arası, araştırma ile geçen bir kariyer yolundan bahsediyorum. Araştırma yapılmayan bir üniversitede yazmak ve öğretim vermek, daha sonra lise veya herhangi bir üniversite öncesi eğitim kurumunda çalışmak... Doktora derecesi almak için zamanı kısaltın, böylece İngiltere'de olduğu gibi insanlar araştırmalarına daha erken başlayabilir. Yetenekli insanlar için lisans eğitim süresini kısaltın."

New York'tan 77 yaşındaki sayı teorisyeninin üniversiteler hakkında çok keskin eleştirileri vardır. "Benim için, emekliliğin tüm akademik aktivitelerden ilişiğini kesme ile eşanlamlı olması büyük bir sorundur. Üniversite bilinçli olarak geçmişten bir şey öğrenilmeyeceğine inanan bir organizmadır."

"Bireyleri şanslarını seçmeleri ve doğru ilgileri takip etmeleri konusunda yüreklendirin" demiştir Montana'dan 70 yaşındaki uygulamalı matematikçi. Kaliforniya'lı 72 yaşındaki başka birisi ise "Ne zaman bırakacağımızı birinin bize söylememesi gerekir diye düşünüyorum" demiştir. Ve "iyi bir kütüphane, motivasyon sağlayan birkaç meslektaş ve meşakkatli angaryalardan özgürlük" Alberta, Kanada'dan 60 yaşındaki analizcinin ihtiyacı olan şeylerdir.

Yaşlanan profesörlere karşı aşağılık biçimdeki davranışlar sadece matematik alanında değildir. Columbia Üniversitesi ekonomi departmanından ayrıldıktan sonra William Vickrey Nobel ödülü aldı. New York Times muhabiri onu departmanından çok uzakta küçük bir ofiste buldu. Vickrey emeklilikten sonra bir ofis tahsis edildiği için şükran doluydu. New York Times'ta bununla ilgili yazıldığı için büyük ihtimalle daha güzel bir ofise

geçebilirdi ama hiç umulmadık bir şekilde birkaç gün sonra öldü.

Cambridge'teki Littlewood'un emekliliğinin bir Bollabàs tanımı aşağıdaki gibidir:

> 1950'de, yasal emekli yaşı olan 65'inde emekli oldu ve fahri profesör unvanını aldı. Fakülte komitesi, İngiltere'deki en güzide matematikçisinin servisini kaybetmenin delilik olacağının farkındaydı, bu yüzden genel komiteye yazdılar: "Profesör Littlewood sadece sıra dışı güzide bir profesör değil, aynı zamanda gücünün en yüksek zamanlarındadır. Onun verdiği eğitimden vazgeçmek telafisi olanaksız bir kayıptır ve bundan sakınılmalıdır. Her dönem konferansları için 100 pound'luk bir ödeme yapılması için izin istenmektedir". Cevap şöyleydi, "Her dönem için ders başına15 pound." Böylelikle 4 yıl boyunca 15 pounda ders verdi. Bir keresinde bunu durdurmayı denedi ama üzüntü çığlıkları yükseldi. Aynı zamanda Birleşik Devletlerden aldığı kazançlı teklifleri reddediyordu."[51]

Sonuç

Cevaplar farklıydı. Matematikçilerin nasıl yaşlandıkları konusunda muazzam farklılıklar vardı. Hangi avantajlar başlıca önemli olanlarıdır mutabakatına varıncaya dek, Hardy'nin 50 yaşından sonra bir matematikçinin önemli bir ilerleme sağlayamayacağı tezinin aksini ispatlayamıyoruz. Fakat onun, "Matematik genç adamların oyunudur" sloganı yanıltıcı ve bir o kadar da zararlıdır. Bu insanların, yeteri kadar genç olmadıklarında matematik üzerine çalışmaktan cesaretlerini kırar. Haksız ve yıkıcıdır.

Bu cevapların bir kısmı yaşlanan matematikçilere bir tavsiyedir. En önemlisi, katılımcılar şunu söyler, "Durmayın. Çalışmaya devam edin." Bazıları emeklilikten sonra, diğerleri tarafından önemli veya saygın veya acil olarak isimlendirilmeyen problem-

ler üzerine çalışarak işlerinden daha büyük bir zevk duymuşlardır. Bazıları yaşıt meslektaşlarından izole olarak fakat daha genç insanlarla yeni işbirlikleri içine girmiştir. Yaş ile ilgili beklentiler değişince, birçok matematikçi yeni problemler ve ilgi alanları bulmuşlardır.

Alıntı yaptığımız bazı yorumlar, departman politikası için önemlidir. Güçlü matematiksel toplulukların önemini birçoğu açıkça göstermiştir. Daha yaşlı veya emekli matematikçiler departmanlarıyla ilişiği kesildikten sonra içerdekileri dışarıdakiler yapmıştır. Bu topluluğu zayıflatmıştır.

Matematik topluluğu için daha yaşlı veya emekli matematikçiler yetersiz kullanılmış bir kaynaktır. Departmanlar her zaman fazladan başkalarını kullanır. Lisans seviyesinde tavsiyelerde genelde personel yetersizliği vardır. Hiç kimse sordu mu, yaşlı profesörler tavsiyeden hoşlanır mı? Eğer matematik kütüphanesinde hiçbir görevli yoksa, işi sürdürecek emekli bir profesör var mıdır? Her zaman çok fazla komite işi var. Lisans veya mastır sınavı komitesinde yıllarca servis vermiş emekli bir profesör var mıdır? Orada katkıda bulunacağı bir şey var mıdır?

Matematikçilerin büyük çoğunluğu için yaşlanma hafızada ve hesap yeteneğinde kayıplar getirse de, bunlar daha geniş bir perspektif ve olgun bir yargı gücü ile telafi edilebilir. Daha yaşlı ve emekli matematikçiler, matematik topluluğunun değerli bir parçasıdır, ve bu şekilde hatırlanmalıdırlar.

Bireyler, yaşlanmanın ve emekliliğin getirilerine cevap vermek konusunda farklı yollarda değişiklik gösterirler. Fakat ilginç olarak, kadınlar ve erkekler arasında üretken yaşamlarının gidişatında farklılıklar vardır. Birçok erkek üretici oldukları yılları otuzlar veya kırkları olarak görürken kadınlar daha yavaş hareket ederler ve çocuk bakımı ile geçen yılların ardından verimlilik gösterirler. Her iki grupta da, iş, özel hayat ve daha geniş ilgi alanları arasında denge kurmuş olanlar için yaşlanma en başarılı şekilde yer alır. Yaşlanmanın en büyük zorluklarından biri meslektaşlardan ve öğrencilerden izole olmaktır. Enstitü deste-

ğinin olmayışı ve modası geçmiş departman uygulamaları sıklıkla bu tür izolasyonlara ters yönde katkı sağlar. Diğerlerine ulaşabilen, toplulukları tarafından değerli görülen ve genç partnerlerle işbirliği yapabilen kadın veya erkek matematikçiler, emekliliklerinden sonra en büyük memnuniyetten bahsedenlerdir. Daha yaşlı matematikçilerin katılımı alanları zenginleştirir ve daha genç üyelere matematiksel hayatın sağduyusunu verir.

Kaynakça

Adler, A. (1972). Mathematics and creativity (Matematik ve yaratıcılık). The New Yorker, 19 Şubat 1972, New Yorker. Timothy Ferris versiyonu (1993). *The world treasury of physics, astronomy and mathematics.* (Fizik, astronomi ve matematiğin dünya hazinesi). Boston, MA: Back Bag Books, sayfa 435.

Albers, D. & Alexanderson, G. (1991). A conversation with Ivan Niven (Ivan Niven ile bir diyalog). *College Mathematics Journal* 22(5), 371-402

Bell, E. T. (1937). *Men of mathematics* (Matematik insanları). New York: Simon and Schuster.

Case, B. A. & A. M. Leggett versiyonu (2005). *Complexities: Women in mathematics.* (Güçlük: Matematikte kadınlar). Princeton, N. J.: Princeton Üniversitesi Yayınları sayfa 189-190.

Dauben, J. (1995). *Abraham Robinson: The creation of non-standart analysis: A personal and mathematical odyssey* (Abraham: Robinson: standart dışı analizin yaratılışı: Kişisel ve matematiksel entellektül yolculuk). Princeton.N. J.: Princeton Üniversitesi Yayınları.

Einstein, A. (1942). Stern ref. S. Brodetsky, *Nature 150* (1942), 699'dan alıntı yapılmıştır. C. W. Adams (1946)'den alıntı yapıldığı gibi. The age at which scientists do their best work (Bilim adamlarının en iyi çalışmalarını yaptığı yaşlar), *Isis* 361166-169.

Germain-Gauss kıyaslaması. <http://wwwgroups.dcs.stand.ac.uk/%7history/Mathematicians/Gauss.html

Gray, M. W. (1976). Sophie Germain: A bicentennial appreciation (İki yüzyıllık takdir), *AWM Newsletter* 6(6), 10-14 (Case, B.A. & A. M. Leggett versiyonunda tekrar basılmıştır (2005). *Complexities: Women in mathematics.* (Güçlük: Matematikte kadınlar). Princeton, N. J.: Princeton Üniversitesi Yayınları sayfa 68-74.

Hardy, G. H. (1991) *A mathematician's apology* (Bir matematikçinin özrü). Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları.

Henrion, C. (1991). Merging and emerging lives: Women in mathematics. *Notices of the American Mathematical Society* 38(7), 724-729.

Henrion, C.(1997). *Women in mathematics: The addition of difference* (Matematikte kadınlar: Farkın toplaması). Bloomington,Ind.: Indiana Üniversitei Yayınları.

Hersh, R. (2001). Mathematical menopause, or, a young man's game (Matematiksel menopoz veya genç adamın oyunu?) *Mathematical Intelligencer* 23(3), 52-60.

Hyde, J. (2005). The gender similarities hypothesis (Cinsiyet Benzerliği Hipotezi). *American Psychologist* 60, 581-592.

James, I. (2002). *Remarkable mathematicians* (Seçkin matematikçiler). Cambridge: Cambrdige Üniversitesi Yayınları.

James, I. (2009). *Driven to innovate: A century of Jewish matematicians and physicists* (Yaratıcılığa doğru: Yahudi matematikçiler ve fizikçilerin yüzyılı). Oxford: Peter Lang.

Kovalevskaya, S., Kochina, P. Y., & Stillmann, B. (1978). *A russian childhood* (Bir rus çoçukluk dönemi). New York: Springer, sayfa 35.

Kummer http://www.groups.dcs.st-and.ac.uk/%7Ehistory/Mathematicians/Kummer.html

LaGrange http://www.groups.dcs.st-and.ac.uk/%7Ehistory/Mathematicians/Lagrange.html

Legendre-Germain http://www.groups.dcs.st-and.ac.uk/%7Ehistory/Mathematicians/Legendre.html

Lehman, H. C. (1953). *Age and achievement* (Yaş ve başarı). Princeton, N. J.: Princeton Üniversitesi Yayınları.

Littlewood, J. (1986). Ballobas Bélla versiyonu (1986). Littlewood's miscellany (Littlewood'un derlemeleri). Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları.

Mordell, L. J. (1986). Hardy'nin *A mathematician's apology* (Bir matematikçinin özrü). *American Mathematical Monthly*, 77, 832-836.

Murray, Margaret (2000). *Women becoming mathematicians* (matematikçiye dönüşen kadınlar). Cambridge, Mass.: Massachusetts Institute of Technology (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü)

Noether, G. E. (1987). Emmy Noether (1882-1935). Louise S. Grinstein & Paul J. Campbell. *Women of mathematics: A biobiliographic sourcebook* (Matematiğin kadınları: Biyografik kaynak kitabı). New York: Greenwood Press, sayfa 165-170.

Perl, T., & Morrow, C. Versiyonu (1998). *Notable women in mathematics* (Matematikte Göze Çarpan Kadınlar). Westport, Conn.:Greenwood Press.

Reid, C. (1970). *Hilbert*. New York: Springer-Verlag.

Reid, C (1986). *Hilbert-Courant*. New York: Springer-Verlang.

Senechal, M. (2007). Hardy as a mentor (Usta olarak Hardy). *Mathematical Intelligencer* 29(1), 16-23.

Smolin, L. (2006). *The trouble with physics*. London: Houghton-Mifflin: Penguin.

Stern, N. (1978). Age and achievement in mathematics (Matematikte yaş ve başarı). Bilimin sosyolojisinde bir çalışma, *Social studies of science* (bilimin sosyal çalışması) cilt 8. Beverly Hills, Calif.:Sage sayfa 127-140

Taylor,S.S.(1999). *Research dialogues of the TIM-CREF*, no 62.

van Stigt, W. P. (1990). *Brouwer's intuitionism* (Browser'in sezgiciliği). Amsterdam: North Holland.

Weierstrass http://www.groups.dcs.st-and.ac.uk/%7Ehistory/Mathematicians/Weierstrass.html

Weil, A. (1950). The future of mathematics. *American Mathematical Mothly* 57, 296.

Weyl, H. (1935). Emmy Noether. *Scripta Mathematica* 3(3), 201-220

Wiegand, S. (1977). Grace Chislom Young. *Association for Women in Mathematics Newsletter* 7, 6.

+8+

Matematiği Nasıl Öğretmeli?

Matematiksel uygulama içinde yer aldığı sosyal şartlarda nasıl şekillenir? Matematikçiler, inançlardan, önyargılardan, çalıştıkları ve eğitim verdikleri alt kültürün değerlerinden nasıl etkilenirler?

Geçen bölümde, matematikçilerin hayatlarını geliştirip sürdürdüğü alanlarda yaşın ve cinsiyetin etkilerini yazdık. Araştırmacılar toplumsal yargılarla yüz yüze kaldığında, dengenin ve kaynak olarak sosyal bağlantıların öneminden bahsettik. Bazıları matematikte sosyal sorunlar ve karşılaşılan engellerden bir kaçış bulur. "Bunlar, acı dolu sertliği ve son derece sefil kasveti ile günlük hayat ve birinin değişken arzularının prangasıdır."[1] Fakat daha sıklıkla, birinin matematik hayatı, daha büyük bir topluluğun hayat ve şartlarıyla derinlemesine birbirine geçmiştir. Bir matematikçinin erken sosyalleşmesi ve bunun değerleri ve dünya görüşü o kadar yayılmıştır ki etkileri araştırmacının hayat boyu davranışlarını etkilemiştir.

Bu bölümde hayatları ve işleri, zamanları ve yerleri ile derinden bütünleşmiş iki Amerikalı matematikçiden bahsedeceğiz. Amerika'nın tarihinin büyük bir bölümünde siyah ve beyaz insanların yaşamları keskin bir şekilde ayrılmıştır ve paradoksal olarak derinlemesine birbiri içine geçmiştir. Karakteri ve uygulamaları bu paradoksla iç içe geçen iki matematikçi seçtik. Sosyal çevre ve özgeçmişleri bir insanın hayal edebileceğinden daha farklıdır.

Robert Lee Moore ve Clarance Francis Stephens

Robert Lee Moore (1882-1974) Texas doğumludur. Babası, Charles, Connecticut doğumlu olmasına rağmen kendini Güneyli kabul etmiş ve Kuzey-Güney Savaşı'nda Shiloh, Vicksburg ve Chattanooga savaşlarına katılarak konfederasyon gönüllüsü olarak hizmet etmiştir. Moore anne tarafından Konfederasyon Başkanı Jefferson Davis ile akrabadır. Daha sonraki yıllarında kalıtımla ilgili çalışmasında, iki Amerikalı başkan, bir konfederasyon başkanı ve üç Avrupalı kraliyet hanedanına üye kişiyi soy ağacında gösterecektir.[2]

Clarence Francis Stephen 1917'de Georgia, Macon'da doğmuştur. Babası Sam Stephens bir şef ve demiryolu işçisidir ve annesi Jeannette Morehead Stephens'tır. Altı çocuktan beşincidir. Annesi o henüz 2, babası ise 8 yaşındayken öldü. Böylece kız ve erkek kardeşleri ile birlikte yaşamak üzere büyükannesine gittiler. Bundan iki yıl sonra büyükannesi de ölünce çocuklar ayrıldılar ve değişik akrabalarıyla birlikte yaşamak üzere farklı yerlere gönderildiler. Stephens, Kuzey Carolina'daki Harrisburg'te yaşamak üzere en büyük teyzesine gönderildi. Harrisburg'ta orta öğretim okulu yoktu. Böylece en büyük ablası Irene ona Güney Carolina'daki Irmo'da yatılı bir okul ayarladı. İlk yıl için okula ödeme yaptı, fakat sonraki yıllarda okul harcını Stephens'ın kendisi karşıladı. Okulun çiftliğinde, mutfağında çalışıyor ve sınıfları temizliyordu. Bir yerleşim testinden sonra 8. Derecede 20 yaşından büyük öğrencilerin arasında bir sınıfa yerleştirildi. Futbol ve beysbol oynadı, sınıf başkanı seçildi.[3]

Kuzey Carolina'daki Charlotte'de bulunan Johnson C. Smith Üniversitesi onu yerel bir eczanede dağıtıcı olarak haftada 6 dolarla desteklerken, siyahilerin geleneksel enstitüsü, TBI'den dört yıllık üniversite derecesi kazandı. Daha sonra orta öğretimde öğretmen olacağını bekleyerek Michigan Üniversitesi'ne mastır programı için katıldı. Fakat Profesör George Rainich onu Michigan'da doktora yapması için cesaretlendirdi. O zamanlar Afro-

Amerikalılar için hiçbir öğretim asistanlığı pozisyonu yoktu, bu yüzden kendini başka yollarla geçindirmek zorunda kaldı.[4]

Eylül 1940'da Ann Arbor'daki doktorasını bitirmeden önce, Texas'taki Prairie View A.& M. adlı başka bir siyahi enstitüde ders vermeye başladı. Pearl Harbor'dan sonra Birleşik Devletlerin denizcilik kuvvetlerine öğretmenlik uzmanı olarak katıldı. 1943'ün bahar aylarında doktorasını bitirdi ve Prairie View A.& M.'e döndü ve burada Ağustos 1947'ye dek kaldı. Daha sonra Johns Hopkins'teki matematik araştırma kütüphanesine yakın olabilmek için, Baltimore'daki Morgan Eyalet Koleji'ndeki bir pozisyona başvurdu. Şaşkınlığına ve ilk korkusuna rağmen, departmanın başkanlığı ona sunuldu. Bu onu matematikçilerden oluşmuş bir departmanın işlerine koyacağı gibi, o daha otuzundayken daha yaşlı üyeler vardı. Baltimore'da yaşama isteği endişelerinden üstün geldi ve işi Eylül 1947'de kabul etti.[5]

Johson C. Smith ve Prairie View gibi Morgan Eyalet Üniversitesi de geleneksel olarak siyahilerin enstitüsüydü. Howard Üniversitesi'nde matematik profesörü ve dekan olan James A. Donaldson şöyle yazmıştır: "Birleşik Devletlerdeki iç savaşın 1865'deki son bulması ile özgür ve yenice özgürleşen siyah insanlar umutla ve sessiz bir kararlılıkla desteklediklerı gibi toplumun her kesiminde kabullenilmek için çaba sarf ettiler. Dolayısı ile bu periyod, 1865'ten hemen önce ve sonra olmak üzere, bazı eğitim enstitülerinin kurulmasını takip etti (Pennsylvania'daki Lincoln Üniversitesi, Wilberforce, Howard, Shaw, Johson C. Smith ve diğerleri geleneksel siyah enstitüler veya TBI olarak anılacaklardır). Bunlar yenice özgürleşmiş siyah ve Afrika kökenli diğer insanlara daha yüksek eğitim şansları veriyorlardı."[6]

Moore ve Stephens sonuç olarak iki eşsiz, radikal olarak çok farklı şekillerde kolej matematik eğitiminden geçtiler. Merkezden birkaç yere yetki dağıtmış Amerikan eğitim sistemi Moore ve Stephens'ın geleneklerinin hayatta kalmasına izin verir. Moore'un metodu, Stephens'dan daha çok bilinir (Stephens metotu

genel olarak Postdam modeli olarak bilinir). Değişik çevrelerce Stephens'in metodu, Moore'unkine göre daha fazla hatırlanmaktadır. Bu iki geleneğin arasındaki zıtlık Birleşik Devletler ile ilgili onun matematik pedagojisi, ideolojileri ve ırkçılığı gibi birçok noktayı ifşa eder. İlk önce Moore ve onun metodunu tanımlayacağız, ve daha sonra Clarence Stephens'in Prairie View ile başlayıp Morgan Eyalet ile devam eden ve ırkçılıkla bütünleşmiş New York'daki Potsdam kolejine değin süren kariyerine geri döneceğiz.

Moore ve Metodu

1898'de Moore, Texas Üniversitesi'nde George Bruce Halsted'in bir öğrencisi olmuştur ve burada hamileri tarafından yardım görmüştür. Halsted, "Princeton'daki New Jersey Koleji'nin bordrolarının gerçeği gibi bağışlanabilir saltanata katılmıştır. Sadece kendisi ve erkek kardeşi değil, babası, amcası, dedesi, büyük amca ve büyük dedesi New Jersey Koleji'nde çalışmıştır."[7] Halsted, Johns Hopkins'deki büyük cebirci J. J. Sylvester'in ilk doktora öğrencisi olmuştur. Daha sonra Halsted Öklid dışı geometri üzerine öğretim vermeye ve çalışmaya başlamıştır. Macaristan'a da gitti ve orada Janos Bolyai'nin mezarını buldu. Macar otoriteler, Texas'lı bir profesörün bu ücra mezarıyla ilgilenmesine şaşırdı.

Texas'ta bir profesör olarak, Halsted üniversite komisyonunun idarecileri ile efsanevi kavgalara katıldı. Yıldız öğrencisi Robert Lee Moore'du. Lisans diplomasını alıncaya dek Moore'e danışmanlık yaptı ve sonra onu Chicago Üniversitesi'ne gönderdi. Chicago'da Moore, ilk önce Princeton daha sonra da Advanced Study Enstitüsü'nde güçlü bir profesör olacak meslektaşı Oswald Veblen ile arkadaş oldu. Veblen ve Moore, David Hilbert'in ünlü *Foundations of Geometry (Geometrinin Kuruluşu)* çalışmasını bastıktan sonra popüler bir araştırma konusu haline gelen geometrinin aksiyomatik kuruluşu konusuna ilgi duydu.

Chicago'daki çalışmalarından sonra, Moore Pensilvanya Üniversitesi'nde eğitim verdi ve en sonunda Austin'deki Texas Üniversitesi'ne geri döndü. "Düzgün ve tertemiz olarak taranmış beyaz saçları, karmaşık problemlere heyecanlandırıcı bir biçimde yeni kanıtlar arayan keskince bakan mavi gözleri, koyu renkli üç parçadan oluşan takım elbisesinin içindeki kaslı boksör fiziği, modası geçmiş hali ve el yapımı siyah botları ile Texas Üniversitesi'nde 49 yıl boyunca varlığını sürdürdü."[8] (Kaslı boksör fiziği ile mecazi bir anlam kastedilmemektedir. Gençliğinde Moore amatör olarak boks yapmıştır.)

Pensilvanya'da Moore, 1933'ten 1954'e dek departman başkanlığı yapmış John R. Kline (1891-1955) denetiminde tezini hazırlamıştır. Kline aynı zamanda 1936 ve 1950 yılları arasında Amerikan Matematik Topluluğu'nun (American Mathematical Society-AMS) sekreterliğini yapmıştır. Klein hakkında ilerleyen sayfalarda daha fazla bilgi vereceğiz.

Moore erken biçimde geometriden nokta-küme teorisine dönmüştür. Bu, 20. yüzyılın erken zamanlarında çok aktif bir alan olan nokta-küme topolojisinin bir parçasıdır. Merkezi soru metrikleme sorusuydu. Topolojik uzay öyle bir yerdedir ki komşuları vardır. Topolojik uzay, komşuları metrik veya uzaklık olarak tanımlandığında metrik uzaydır. Örneğin, küre gibi sıradan yüzeylerde, iki nokta arası jeodezik (iki nokta arasındaki en kısa yol) olarak ölçülebiliyorsa küre metrik uzay haline gelir. Fakat bazı topolojik uzaylar, iki nokta arasında uzaklığa ve metrikliğe izin vermez. Hangi koşullar altında topolojik uzay metrik olarak ölçülebilir?[9]

Moore'un ünü, araştırmalarından çok öğretme metoduna ve öğrencilerinin sayısı ile başarılarına dayanır. 50 doktora öğrencisinden başka 1678 kişi de doktora yapmak için arkadan geliyordu. Üç öğrencisi onu Amerikan Matematik Topluluğu başkanı olacak şekilde takip etti. İki tanesi başkan yardımcısı, bir başkası sekreter oldu. Bundan başka beş tanesi Amerika Matematik Birliği'nin (Mathematical Association of America –



Resim 8-1 Robert Lee Moore.

MAA) başkanı olarak hizmet verdi. Üç tanesi Moore gibi Ulusal Bilimler Akademisi'nin üyesi oldu.

Moore'un metodunun özü kolay tanımlanabilir. Öğrencileri ilk yılından başlayarak toplamaya başlıyor ve böylece onların matematiksel eğitimlerini en baştan kontrol edebiliyordu. Topoloji hakkında daha önce hiçbir bilgilerinin olmamasına dikkat ediyordu. Ve bu konu hakkında hiçbir makale veya kitap okumamaları gerekiyordu. Son olarak ders dışında bu konu hakkında hiçbir şey konuşmamalıydılar.

Nokta-küme teorisi hakkında lisans sınıfının ilk toplantısında, Moore noktaların kümeleri için aksiyonlarını gösterecek ve 1. teoremi kanıtsız ve herhangi bir ipucu olmadan önerme olarak verir.(Belki 2. ve 3.teoremleri de sunar). İşte budur! Sı-

nıftan herhangi bir öğrenci 1. Teoremi kanıtladığını söyleyene dek, o derste veya bir sonrakinde hiçbir şey olamayacaktır. Daha sonra öğrenci tahtada kanıtını gösterirdi. Sınıf ve profesör kanıta reaksiyonlarını verirdi. Sonunda, 1.teorem kanıtlanmış olur ve sınıf 2.teoremin kanıtlarını sunmaya hazırlanırdı.

Bu metot, yüzme öğretirken kullanılan "bat ya da yüz" olarak iyi bilinen eski bir metodu anımsatır. Moore 1969'a dek Austin'de bu öğretme metodunu kullanmakta ısrar etmişti. Bu yıllarda 87 yaşındayken sonunda emekli olmaya zorlandı.

Hiç kimse kanıt üretmeye hazır değilse sınıfta ne oluyordu? Moore bazı matematiksel başlıklar hakkında seminer verme şansını kullanmıyordu. Bu kadar da değil. Bunun yerine gündemde olan herhangi bir günlük konu hakkında çene çalıyordu. Bu gevezeliklerde bazen kadınlar, siyahlar ve Yahudilerle ilgili küçümseyici düşüncelerini açıklıyordu. Gayle Ball kocası Joe'nun mezun olduktan sonra kuzeydeki bir üniversiteye gitmeyi planladığını söylediğinde Moore, Bayan Ball'u belki bir otobüse binmek zorunda kalması ile ilgili uyardı. Bir siyahın yanına oturmak zorunda kalacaktı. Moore bunun çok nahoş olacağını düşünüyordu. Ve şöyle sordu, "Eğer bu başınıza gelirse ne yaparsınız Bayan Ball?" Kadın, "Nasılsınız?" derim, diye cevapladı. Moore'un bu cevaba reaksiyonu kayıtlarda değildir.[10]

Öğrencilerinden, daha sonra Mary Ellen Rudin olarak bilinecek Mary Ellen Estill 16 doktora tezini yönetecek ve Amerika Matematik Topluluğu'nun (AMS) başkan yardımcısı olacaktır. *Daha Fazla Matematik İnsanı (More Mathematical People)* isimli kitap için kendisiyle yapılan röportajda, danışmanı Robert Lee Moore için açık açık konuşmuştur.

> Röportaj yapan kişi – Böylece her sömestr Moore'dan ders aldınız?
>
> Rudin – Texas Üniversitesi'ndeki kariyerim boyunca her sömestr. Bir matematikçiyim çünkü Moore beni yakaladı ve bir matematikçi haline gelmem için zorladı. Beni terbiye etti ve

doğru oranda zorladı. Her zaman diğer matematiksel deneyimlerden etkilenmemiş insanları arardı. Ve beni de herhangi bir konudan etkilenmemden önce yakaladı. Saf ve katıksızdım. Neredeyse bu şekilde hiç kimse bulamamıştı. Ben Moore'un çocuğuyum. Her zaman onun tarafından birtakım hareketlerle bir yerlere getirilerek yönlendirildiğimin bilincindeydim. Ve yönlendirilmekten nefret ederdim... Egonuzu inşa etmek için manevralar yapardı. Kendinize güveninizi inşa ederdi ki bunun için siz bir şey yapmazdınız. O tam kendine güven duygusuna bu güne dek sahip oldum... 5000 kere yanlış yapmak daha az güvenli hissetmeme neden olmaz... Olağanüstü bir sınıftık (May Ellen Rudin dışında R. H. Bing, R. D. Anderson, Gail Young, Ed Moise vardı) Her birimiz diğerini yiyip yutabilirdi. Bunu Moore size yapıyordu. Egonuzu inşa ettiği gibi rekabetçiliğinizi de inşa ederdi. Sınıfımızda altıncı bir isim daha vardı, biz onu öldürmüştük. Akıllı bir çocuktu –sonradan bilgisayar bilimlerine gitti– fakat bizlerle yarışacak kadar güçlü değildi. Moore her zaman derse onunla başlardı, ve problemi doğru çözmesi için içimizden birine izin verirdi. Bir başkası problemi yapamazken bu problemi sizin çözecek kadar egonuz sağlamlaştırılıyordu fakat bu diğer başka bir insanın egosuna zarar veriyordu. Moore'un sınıflarındaki bu özelliği hiçbir zaman sevmedim. Ama bunun içinde bulundum. Lisans sınıflarında sıklıkla katil bendim. Beni bu yönde kullandı ve kullanıldığım konusunda bilinçliydim... Daha önceki iki kadın öğrencisini kaybeden olarak görüyordu ve bana onlar hakkında detaylı konuşmaktan kaçınmazdı, böylelikle ben de onun kadın olarak üçüncü kaybeden olmamamı istediğinin farkına varıyordum... Ben sadece Moore'un beni doyurduğu matematiği bilirdim. Tezimi yazdığım zamana dek hayatımda tek bir sayfalık matematiksel çalışma görmemiştim! Saf ve katıksızdım. Kullandığı matematiksel dil kendisinindi. Matematiksel kelimelerin nasıl kullanıldığını bilmiyordum.



Resim 8-2. Mary Ellen (Estill) Rudin.

Röportaj yapan kişi – Daha sonra matematiksel eğitiminiz hakkında ne düşündünüz?

Rudin – İtiraf ederim ki gerçekten içerlemiştim. Aldatılmış hissediyordum çünkü doktora derecem olmasına karşılık hiçbir zaman okuldan mezun olmuş değildim. İnsanlar yüksek lisana yaparken onların öğrendiği sıradan şeylerin hiçbirisini öğrenememiştim... Analitik fonksiyon nedir bilmiyordum.

Röportaj yapan kişi – Kişisel olarak Moore'a karşı ne tür hisler geliştirdiniz?

Rudin – Ahh, ona karşı çok negatif hislerim olduğu kadar çok sıcak ve coşkun hislerim vardı. Her ikisinin seviyesi hakkında bilincim açıktı. Bağnaz ve dar kafalı olduğunun farkındaydım, fakat bizim tepkimizi almak ve de bizim dar kafalı olmamamız için bazen dar kafalı rolü oynadığının da farkındaydım. Örneğin Moise bir yahudiydi. Moore her zaman Yahudilerin bayağı olduklarını iddia ederdi. Ben bir

kadındım. Her zaman kadın öğrencilerinin aşağı sınıftan olan kimseler olduğuna işaret ederdi. Moise ve ben onu samimiyetle severdik. Ve bizi olağanüstü desteklediğini bilirdik. Bizim bayağı veya aşağı sınıftan kimseler olduğumuzu düşünmediğini, aksine bizim çok özel olduğumuzu düşündüğünü de bilirdik. Diğer bir tarafta birkaç noktada avantajsız durumdaysak bile bizim kendimize çok güvenmemizi isterdi. Böylelikle, bir cevap alabilmek için dar kafalı rolü mü oynadı? Hiçbir fikrim yok.[11]

Moise, Yahudilikle ilgili tüm sözlü tacizlerine rağmen Moore'un metodundan sağ çıkmayı başardı. Harvard profesörü ve Amerikan Matematik Topluluğu'nun (AMS) ikinci başkanı ve Amerika Matematik Birliği'nin başkanı oldu.

Moore'un metodunun mastır seviyesinde topoloji eğitimi için özel bir yol olduğu düşünülse bile, Moore hesap ve trigonometri de öğretti. Mary Ellen Rudin, tüm bu alanlar için öğretim verişinde herhangi bir ayırım görmediğine tanıklık eder. Moore'un sınıfında daha fazla hesap yapmayı bitirmezdiniz çünkü standart problemler hakkında hiçbir eğitiminiz yoktur. Böylece ders bir fizik veya mühendislik öğrencisi için yararlı değildi. Ve zavallı öğrenciler, "acı dolu bir deneyim gibi algıladıkları basit nedenlerden ötürü Moore'un sınıfından nefret ediyorlardı. Çünkü bazı şeyleri göstermekte zorluk çekiyorlardı. Çünkü varsaydıkları şeyler genel olarak yanlıştı. Onlar için ister istemez memnun edici bir deneyim değildi. Nitekim iyi öğrenciler için de iyi değildi, herkes için ister istemez memnun edici bir deneyim değildi. İnsanların başarısız olduklarını görmekten hoşlanmıyordunuz."[12]

Öğrencilerinden birisi John Green, biri Moore'dan diğeri istatistik üzerine Texas A.& M. Üniversitesi'nden olmak üzere iki mastır derecesi yapmıştır. Akabinde DuPont laboratuvarında başkan olarak istatistik uzmanı haline geldi. Green, Moore'un ders vermeye başladığı ilk zamanlar "tüm gün boyunca, her gün, gece yatmaya giderken, gece yarısı uyandı-

ğında, ertesi sabah uyandığında, yemek yerken onun dersini düşünmemizi isterdi. Eğer hazır değilsek bizi sınıfta istemezdi. Ne dediyse onu demek istediği en kısa sürede anlaşılır hale gelirdi."[13] Green, Moore'un bir teoremin kanıtlanmasını sınıfta göstermediğini ve karşı örnek kurmadığını söylemiştir. Eğer öğrenciler bunu yapmazsa bunu kendisi de yapmazdı. Green, Moore'un derslerinde öğrendiği kendine güvenme yolunun kimya endüstrisinde değeri biçilmez bir anlamı olduğunu gördü. "Dr. Moore ile çalışmanın bir faydası yılgınlık veren bir faktörle nasıl başa çıkılacağını öğrenmektir" demiştir. "İlk önce adamın kendisi oradadır. Çok etkileyici ve görkemli bir figürdü, çevresine hükmediyordu. Hepimiz belli aşamalarda ona hayranlık ve saygı duyuyorduk. Ve onun altında çalıştıktan sonra hiç kimse size yılgınlık veremezdi."

Moore'un daha acı kavgaları Texas'taki meslektaşlarıylaydı ki bunlar Parker'ın otobiyografisinde sayfalar tutmuştur. 1944'te Profesör Edwin Beckenbach ile yumruk yumruğa kavgaları olmuştur. Onun en seçkin meslektaşlarından birisi, Fermat'ın son teoremini açıklayan Harry Schultz Vandiver'di. (2000'den küçük bütün asal sayılar için teoremi kanıtladı) Sayı teorisinde yaptığı çalışmalarıyla Amerikan Matematik Topluluğu'nun (AMS) Cole ödülünü kazandı ve Moore gibi Ulusal Bilimler Akademisi'ne seçildi. Harry Schultz Vandiver seksenli yaşlarına dek birçok araştırma yaptı. Moore ise tam aksine araştırmaları bıraktı ve bunun yerine araştırmacı olacak öğrenciler yetiştirdi. Moore ve Vandimer'ın arasındaki husumetin kökenleri belli değildir, fakat "1930'ların sonlarında bazı zamanlar ayrı düşmüşlerdir ve kısa sürede bir daha görüşmemişlerdir. İkisinin birleşik çabaları birbirleri ile her türlü görüşmeden kaçınmalarıdır. İkisini aynı odada bırakmak mümkün olsaydı gibi fikirler üniversite içinde konuşulurdu."[14]

Moore'un, Vandiver'ın oğlu Frank'i el tabancası ile tehdit ettiği bir hadise dahi olmuştur. Moore bir altıpatlar almıştı ve silahlı kulüp aktivitelerine katılıyordu.

Değişen Zamanlar

1950'lerin sonlarına dek Moore'un siyah bir öğrencinin sınıfına girmesi ihtimali yoktu. Çünkü eğitim almak isteyen siyah Texas'lı öğrenciler sadece Siyah Eyalet kolejlerine kabul ediliyordu.

1954'teki Yargıtay'ın Topeka Eğitim Kurulu kararı ve 1956'da Texas Üniversitesi'ne karşı bir başka davanın sonucu olarak, üniversite idarecileri Haziran 1956'da ırk ayrımına son verecekleri ve bununla mücadele edeceklerini açıkladı. Her nasılsa Moore hiçbir zaman idarecilerin bu siyasetine ve Birleşik Devletlerin Yargıtay'ının bu kararına meydan okumaya son vermedi.

Moore'un inatçılığına ve uzlaşmazlığına karşılık, Texas Üniversitesi'ne Afro-Amerikan öğrenciler alındı. Walker Hunt, A. N. Stewart ve L. L. Clarkson matematik dalında Texas Üniversitesi'nde doktora yapan ilk Afro-Amerikalı öğrenciler oldu. Walker Hunt şöyle söylemiştir: "Robert Lee Moore'un ünlü nokta-küme topolojisi kuruluşunda da ders almak istedim. Oysaki bu gerçekleşmedi. Sebep siyah olmamdı! Moore'un bana karşı söylediği sözler şunlardı, benim sınıfıma hoş gelirdin ama C ile başlarsın ve sadece oradan aşağı inersin."[15]

Matematikte Çığır Açan Afro-Amerikalılar

Kariyerlerinin başlarında enstitüsel ve kişisel ırkçılıkla yüz yüze kalan bazı siyah matematikçiler, Moore ve onun öğrencileri ile etkileşim içinde oldular. Matematik alanında Texas Üniversitesi'nde doktora hakkı kazanan ilk Afro-Amerikan kadın öğrenci Vivienne M. Mayes'tir. Robert Lee Moore'un sınıfında yer alma erişimi engellendi. Bunu takiben Dr. Mayes Texas'taki Houston'da bulunan Baylor Üniversitesi'nde profesör oldu. 1971'de Baylor öğrenci kongresi onu, yılın en seçkin fakülte üyesi olarak seçti (7. Bölüme bakınız)

Şu anda Maryland Üniversitesi'nde profesör olan Raymond Johnson, Texas Üniversitesi'nde dört yıllık lisans ve Texas, Houston'daki Rice Üniversitesi'nde doktora derecesi kazanmıştır



Resim 8-3. Vivienne Malone-Mayes.

(Bunları yapan ilk Afro-Amerikalıdır). Moore için şunları söylemiştir, "Robert Lee Moore benim gözümde, R. H. Bing isimli bir öğrenci tarafından verilen bir topoloji konferansına giden bir matematikçi imajıdır. Bing, bizim için Moore'un matematiksel torunu olarak gördüğümüz bir konuşmacıydı. Moore bu öğrencinin siyah olduğunu keşfetti ve konferanstan çıktı."[16]

Bununla beraber, Moore en az üç tane Afro-Amerikalı toruna sahipti. Bunlardan bir tanesi, ilginç olarak, Beauregard Stubblefield, Prairie View'deki TBI'da Clarence Stephens'in öğrencisi oldu ve burada 1940'da matematik için lisans programını bitirdi. Prairie View'de devam etti ve 1944'te mastır programını kazandı.[17]

Stephens şunları yazmıştır:

> Stubblefield'i bulunduğum kolejde cebir sınıfında ilk sömestr öğretmenlik yaparken keşfettim. Dersin başında öğreteceğim matematiği bildiğini fark ettim. Ona A ve bunun yanında özel matematik ödevi vereceğimi söyledim, böylece çalışmaları için bundan yararlanacaktı. Bununla birlikte onun benim cebir derslerime katılmasını istedim. O zamanlar, öğrenciler

tahtada problemleri çözerlerdi. Bu öğrencilerin sonuçlarını tahtada kontrol etmekte bana yardım etmesini ondan istedim. Sınıftaki öğrencilerin birçoğu Stubblefiled ile aynı koleji bitirmişlerdi. Aynı orta öğretim programından geçen öğrencilerden birçoğunun matematikte başarı sağlayacağını göstermek istiyordum.[18]

Bu, Texas Üniversitesi'nin siyah öğrencileri almasından önceydi. Bu yüzden Stephens, Stubblefield'in doktora programı için Michigan Üniversitesi'ne tavsiyede bulundu. Moore'un ünlü üç beyaz öğrencisi Michigan'da profesör olmuşlardı. Stubblefield, Michigan Üniversitesi'ne kaydoldu. Ray Wilder ve Gail Young'tan Moore'un metoduna ait dersler aldı ve Ed Moise ile birçok matematiksel konuşma yaptı. Tezi, Gail Young tarafından denetlendi. Açıkça en azından bir süre, Moore'un öğrencileri onun matematik araştırma ve öğretme stilini devam ettirdiler, fakat onun ırkçılığından etkilenmemişlerdi! Stubblefield, Moore'un kendisi ile hiç karşılaşmadı, fakat onula ilgili bir hikâye biliyordu: "Bir keresinde siyah bir öğrenci onun sınıfına girdi ve bir süreliğine oturdu. R. L. Moore "Bu ders, belirli kişi sınıfımı terk etmediği sürece hiçbir şey öğretmeyeceğim" dedi.[19] "Stubblefield, Moore'un metodu ile kendisini son derece rahat hissettiğini söylemiştir. Özellikle Appalachian Üniversitesi'ndeki matematik kariyeri boyunca bu metottan bir şeyler taşımıştır. Ve emekli olduktan sonra araştırmacı matematikçi olarak sayı teorisine konsantre olurken yine bu metottan faydalanmıştır."[20]

Açıkça, Stubblefield ve diğer doğrudan veya ikincil olarak gelen öğrencileri, Moore'un metodunu kendi öğretim şekillerinde kullandılar. Fakat bu katıksız şekilde öldürücü orijinal versiyonundan farklıdır. Onların metodu değiştirilmiş ve ortama adapte edilmiştir. Moore'un büsbütün vahşeti, ki buna canavarlık da denebilir, yumuşatılmış ve insanileştirilmiştir. Tabii ki Stubblefield, öğrencileri onun kontrolü altındayken kendilerini yarattıkları zamanlar haricinde, tüm matematik bilgisini onlar-

dan saklamadı. Herhangi birinin kullandığı Moore metodundan bahsederken, bunun adapte edilmiş bir Moore metodu olduğu düşünülür.

Profesör Stubblefield, Austin'deki bir organizasyon olan Eğitim Gelişim Kuruluşu'nun (Education Advancement Foundation – EAF) yıllık toplantılarında yer alır. Bu grup, "Matematikçi Robert Lee Moore'un ileri çalışmalarına yardım etme amacı güderek onun mirasına sahip çıkar. Dolayısıyla tüm eğitim aşamaları ve tüm konularda daha verimli bir öğrenme ve öğretme metodu çalışmasını teşvik eder ve destekler."[21] Moore'un doktora öğrencisi olan Dr. Nell Kroeger, bu kitabın yazarlarından Reuben Hersh'i "EAF'ın kadınların ve azınlıkların ileri matematiğe katılması konusunda son derece ilgili olduğunu söylemiştir."[22]

Parker'in Moore hakkındaki uzun biyografisine ek olarak, öğrencileri tarafından onun öğretimi ile ilgili az bir belge vardır. Moore hakkında bir film Matematiksel Amerika Birliği (Mathematical Association of America) tarafından hazırlanmıştır. Bunun yanı sıra internette Afrikalı Diyaspora'nın Matematikçileri (Matematicians of the African Diaspora) olarak bilinen bir sitede onun hakkında bilgiler yer alır.

Moore, Stubblefiled'den başka tanımayı reddettiği iki siyahî matematiksel torun sahibidir. Bunlar Dudley Weldon Woodard (1881-1965) ve William Schieffelin Claytor'dur (1908-1967). Her ikisi de nokta-küme topolojisti ve Moore'un ilk doktora öğrencisi John Kline'ın öğrencisidirler. Bu adamlar hangi yüke dayanacaklardır? Matematiksel büyükbabaları tarafından reddedilme ve yadsınma mı? Pensilvanya Üniversitesi tarafından 1999'da "Afro-Amerikalı Matematikçi Öncüleri" ödülü ile onurlandırıldılar.

Bu torunlardan daha yaşlısı, Woodard, matematik alanında Wilberforce Kolejinde üniversite diploması, Chicago Üniversitesi'nde mastır yapma şansı kazandı. Tuskegee Enstitüsü ve Wilberforce'ta eğitim verdi ve 1920'de Howard Üniversitesi'nde matematik fakültesine girdi. 1927'de mastır derecesinin arka-

sından matematikte doktora yapmaya karar verdiğinde zaten Howard'da bir profesör ve dekandı. Bu sebep yüzünden, 1879'dan beri siyah öğrencilere eğitim hakkı tanıyan Pensilvanya Üniversitesi'ne gitti ve Kline'in öğrencisi oldu. Kline sadece Moore'un bir öğrencisi değildi, aynı zamanda Moore Texas'a gittikten sonra da onun yakın arkadaşı ve meslektaşı olmayı sürdürdü. Woodard 1928'de doktorasını tamamladığında, Howard'da eğitim vermeye devam etti ve burada matematik alanında mastır programı yapmak için gerekli olan şartları sağladı. 1929'da Howard'da William Schieffelin Claytor adında alışılmadık derecede gelecek vadeden bir öğrenci bulduğu için mutluydu. Claytor'a, John Kline'ın altında doktora programını yapması için Pensilvanya'ya gitmesini söyledi.

Claytor parlak bir mastır öğrencisiydi. O zamanlar, matematikte Harrison bursu olarak bilinen en saygın ödülü kazandı. Kline'ın uzman olduğu nokta-küme topolojisi bir dalda "Peano Kontinua" teorisini içeren tezi gözle görülür bir ilerleme başardı.[23] Fakat tek girebildiği üniversite işi 1936'daki Batı Virginia Eyalet Koleji oldu. 1937'de Kline'in tavsiyesi üzerine Rosenwald bursunu aldı ve Wilder ve Michigan'daki bir grup topologist ile çalışarak bir yılını geçirdi. 1980'de, kırk üç yıl sonra Ulusal Matematik Birliği W. S. Claytor Konferans serisini resmen başlattı. O zamanlar Raymond Wilder Claytor hakkında bir mektup yazdı:

> Michigan'da ikametinin sonlarına doğru, nasıl bir iş edinebilir sorusu geldi. Biz topolojistler Michigan Üniversitesi'nde kalması gerektiği sonucuna vardık. Bugün Michigan yönetiminin tarafında hiçbir duraksama olmadığı konusunda kendimden eminim, fakat bu otuz yıl önceydi... hiçbir işe yaramadı; yönetim basitçe korkuyordu (bunun ırkçı önyargıdan daha fazlası olduğundan emindim) Advanced Study Enstitüsü'nün matematik okulunun başı olan Oswald Veblen'e yazdım. Enstitüde Bill için bir yer bulduğunu söyleye-

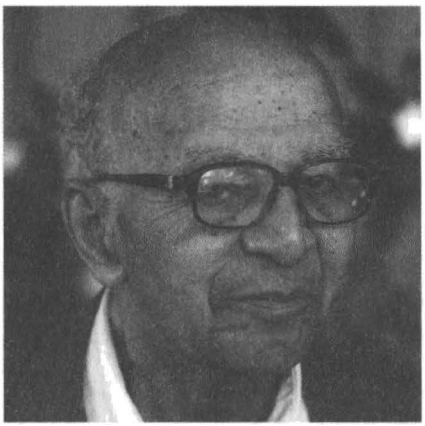
rek beni hemen cevapladı. Her nasılsa ben bunu Bill'e anlattığımda kafasını salladı ve cevapladı, "Princeton'da daha önce hiçbir siyah olmadı, kobay olmak istemiyorum." Her zaman bunun Bill'in hayatında bir dönüm noktası ve onun tarafında yapılan bir hata olduğunu düşündüm. Nasıl hissettiğini biliyordum ve onunla tartıştım, fakat o son derece kararlıydı. Kabul etseydi, enstitüde birçok arkadaş bulacağından eminim. Ve geleceği çok farklı olacaktı.

Samuel Eilenberg "Durumun trajedisini içimde çok derin bir şekilde hissediyorum" yazdı.[24] Gail Young ise şöyle yazar, "Ününü borçlu olduğu iki makale de çok başarılıydı. Herhangi bir araştırmaya yönelik departmanda iş bulamıyor olması çok trajikti."[25]

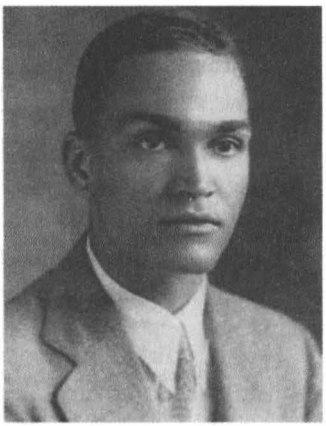
Afrikalı Diyaspora'nın Matematikçilerin (Matematicians of the African Diaspora) internet sitesi, Claytor'un Amerikan Matematik Topluluğu (AMS) toplantılarında sunumlar yaptığını, fakat toplantıların düzenlendiği otellerde kalmasına izin verilmediğini rapor eder. Bunun yerine, kalması için bir yerel ev hazırda olurdu.

Claytor matematik araştırmalarını bıraktı. UPENN internet sitesine göre "...onun yerine getirilmemiş sözü John R. Kline için ve Penn'deki meslektaşlardan oluşan jenerasyonu için büyük bir hayal kırıklığıydı." Princeton'un kaybı Howard'ın kazancı haline gelmesi Amerikan matematiği için bir ironidir. Woodward'un emekliliğinden bir yıl sonra 1947'de Claytor, Howard Üniversitesi'ndeki fakülteye dâhil oldu. Ve burada 1965'te erken emekliliğine dek kaldı. Robert Lee Moore, Pennsylvania'daki matematik oğlu John Kline, Howard'ın önde gelen matematik profesörlerinden ikisini meydana getirdi.

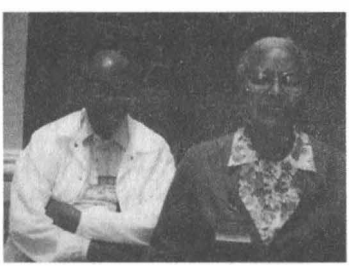
Claytor adına Wilder'ın çabaları övgüye değerdir. Ona Princeton'da Claytor'un 1937'de karşılaştığı zorlukları büyük ihtimalle takdir etmedi. Princeton kuzeyde olsa da Princeton Koleji zengin güneylilerin oğullarını göndermek için tercih edildiği bir



Resim 8-4. David Blackwell, Berkeley istatistikçisi ve olasılıkçısı.



Resim 8-5. William Schieffelin Claytor.



Resim 8-6. Clarence Stephens ve Harriette Stephens.

yerdir. 1937'de Princeton'da Yahudi ve İtalyanlar, şehrin daha iyi bölümlerinde hoş karşılanmıyorlardı. Princeton'da daha çok yüksek sınıftan beyazların evlerinde hizmetçi olarak çalışan siyah insanlar vardı. Tabi ki bunlar şehrin kendilerine ait bölümlerinde yaşıyorlardı. Siyah bir profesör 1937'inin Princeton'unda nereye uyacaktı?

Nazilere karşı savaş Birleşik Devletlerin resmen ırkçılıktan vazgeçmesine neden olmuştur. Ünlü olasılıkçı Joseph Doob'un İllinois'teki Urbana'dan Princeton'daki Advanced Study Enstitüsü'ne ziyaret etmesi bu savaş yıllarına denk gelir. Doob ile birlikte onun parlak doktora öğrencisi David Blackwell da bu ziyarete katılmıştır. Princeton Üniversitesi, Advanced Study Enstitüsü'nün üyelerine normalde kütüphane ve seminerlerini açı-

yordu, fakat Blackwell'in durumunda "hayır" dediler. Daha sonra Blackwell bu durum için şunları yazacaktı, "Enstitünün üyelerini, Princeton'daki fakültenin onurlu üyeleri olarak tayin etmenin bir gelenek olduğunu düşünüyorum. Enstitüde benim üyeliğim göz önünde bulundurulduğunda, Princeton Üniversitesi siyah bir adama fahri üyelik vermeyi reddetti. Hikâyeden anladığım kadarı ile Advanced Study Enstitüsü'nün müdürü ısrar ve tehdit etti. Ne olduğunu bilmiyorum ama Princeton Üniversitesi karşı çıkmasını geri çekti. Görülüyor ki büyük bir yaygara koptu, ama ben bunun hakkında hiçbir şey duymadım."[26]

Blackwell sonradan yıllarca Howard'da başkanlık yaptı, daha sonra Berkeley'de istatistik departmanına katıldı. Burada yeniden başkan oldu ve Ulusal Bilimler Akademisi'ne seçildi.

Clarence Stephens ve Potsdam Modeli

Clarence Stephens'tan Stubblefield'in Beauregard'daki hayat hikâyesinde bahsetmişti. Stephens, Baltimore'daki Morgan Eyalet Üniversitesi'nde başkanlığından önce Texas'taki Prairie View'deydi. Lineer olmayan farklı eşitlikler üzerine iki sayfalık bir çalışma hazırladıktan sonra kendini öğretim vermeye adamıştır. Öğretme felsefesi, Moore'un tarzı ile tam olarak bir zıtlık oluşturuyordu.

Stephens şunları yazar:

> Orta öğretim hayatım boyunca akran okul arkadaşlarıma matematik dersi verirken, eğer öğrenme çevresi elverişliyse birçok öğrencinin matematiği öğrenebileceğini gördüm. Kariyerimin ilk yıllarında kolej öğretmeni olarak, kolej matematiğini öğrenmek isteyen herhangi bir kolej öğrencisinin öğrenme çevresi elverişliyse bunu öğrendiği sonucuna vardım. Böylelikle bana matematik departmanı başkanı olarak liderlik şansı verildiğinde, hipotezimi kanıtlamaya niyetlendim. Varsayımımı kanıtlamakta çektiğim en büyük zorluk, öğrencilerin, fakültenin ve yönetimin bunun doğru olduğuna

> inanmamasıydı. Her nasılsa, bunu kanıtlama çabasındayken her bir gruptan yardım aldım. Yardım etmeye çalıştığım öğrenciler bana en büyük desteği sağladı. Morgan Eyalet Koleji ve Potsdam'daki SUNY'de (New York Eyalet Üniversitesi) elde ettiğim sonuçlar, en azından bana, hipotezimin doğru olduğunu gösterdi.[27]

Morgan Eyalet Üniversitesi'nde, tüm öğrencilerin 6 sömestr, ilk ve ortaokul matematiğini tekrar eden genel matematik dersi alması gerektiğini keşfetti. Bu politika, yerleştirme sınavlarının sonuçlarına dayanıyordu. Sonuç olarak üniversitedeki ikinci yılları göz önünde bulundurulduğunda çok az öğrenci, gerçekten kolej matematiği aşamasındaydı. Stephens matematikteki mastır çalışmalarına öğrencileri hazırlamanın en iyi yolunun, onların mümkün olan en kısa zamanda hesap derslerine yerleştirilmesi olduğuna inanıyordu. Departmanda ve bu tür derslerde atmosfer korumacıysa, Stephens hazırlıksız olarak etiketlenen bir öğrencinin bu dersleri başarabileceğini bekliyordu. Başarının mümkün olduğunu gösteren rol modelleri de bulunmalıydı. Stephens, lisanslı öğrencileri doktora seviyesindeki ilk yıl matematiğine götüren bir lisans matematik programı hazırladı. Bu program, Morgan Eyalet Üniversitesi'nin en iyi öğrencilerinden oluşan büyük bir yüzdeyi ileri seviyeye getirdi. Stephans gelene dek, Morgan Eyalet Üniversitesi'nin 90 yıllık tarihinde matematik alanında doktora yapmak isteyen bir öğrenci olmamıştı. Fakat Stephens'in fakültedeki yılları boyunca, onun kursunu bitirdikten sonra en az dokuz öğrenci bu doktora derecesini tamamlamıştır. Birisi Yunanistan'da doğan Vassily Cateforis'tir. Cateforis, Wisconsin Üniversitesi'nde cebir üzerine doktora yapmıştır ve nihayetinde Potsdam'daki başkanlığı için onun varisi olmuştur.

Stephens, Morgan Eyalet Üniversitesi'nden ayrıldıktan sonra, 1962 ve 1969 yılları arasında Geneso'daki New York Üniversitesi'nde eğitim vermiştir. New York eyaletinin kuzeyinde bulu-

nan Potsdam'daki New York Eyalet Üniversitesi'nin matematik departmanında başkanlık da yapmıştır.

Mart 1987'de aylık bir Amerikan matematik dergisinde (American Mathematical Monthly), "Modern Peri Masalı" başlıklı bir makale yayımlandı. Bu makale, New York Eyalet Üniversitesi'nin az bilinen Potsdam Koleji'nde şaşırtıcı derecede başarılı lisans matematik programı hakkındaydı. Yazar John Polland, Kanada'daki Ottawa şehrindeki Carleton Üniversitesi'nin matematik ve istatistik departmanında görev yapıyordu. Şunları yazıyordu:

> Kuzey Amerika'nın kırsal bir köşesinde, olağanüstü bir şekilde başarılı bir lisans matematik programı gizlenmiş olarak bulunmaktadır. Görünen resim tipiktir; sanat ve bilim alanında lisans öğrencilerinden oluşan 5000 öğrencisi vardır. Ayrıca matematik ve bilgisayar bilimi departmanları vardır. Lisans öğrencisi sayısı son 15 yılda aynı kalmışken matematik branşı konusunda uzmanlık sayısı her yıl bir önceki yılın iki katına ulaşarak üçüncü veya dördüncü yılında 400 öğrenci bulundurmaktadır. Özel bir müfredat programı sunmuyorlar. Standart ve geleneksel saf matematik departmanı olarak varlar.
>
> Birinci sınıf öğrencilerinin yarısından çoğu hesap konusunu seçiyor, çünkü matematik departmanının ünü yerel orta öğretime geri götürmesidir. 1000 lisans öğrencisinin 20%'si matematik alanında uzmanlaşmak istiyor, bu Kuzey Amerika'da matematik uzmanlığının 1%'lik diliminden çok fazla. Bu öğrenciler I.B.M., General Dynamics, Bell Laboratories gibi muhtemel işverenleri olduğu için kendilerine ve yeteneklerine güveniyorlar.
>
> Öğrenciler, fakülte üyelerinin gerçekten onlara özen gösterdiğini söylüyorlar, bu öyle bir özen ki her biri maksimum olası seviyeyi yaratıyorlar. Bu basit olarak sevginin gücünün değişimi, sevginin cesaretlendirmeden geçişi gibidir. Bulun-

dukları çevre itina ve teşvik ile destekleniyor. Zamanla matematik parçaları ve makalelerini kendi başına okuyup öğrenecek hale geliyorlar... Erkekten fazla bayan öğrencileri mezun ediyorlar. Geçen on yıl boyunca, bu enstitüdeki tüm programlarda mezun olan en iyi öğrenci matematikçi bir kadındır.[28]

Matematik yayınlarında "sevgi" ve "özen" gibi kelimelerin bu şekilde kullanıldığını bulmak pek sık karşımıza çıkmaz. Buna zıt olarak, çok kullanılan "matematikten kaçınma" ve "matematik fobisi" gibi terimler mevcuttur! Poland yazmaya şöyle devam eder:

Bu tür bir başarıyı elde etmek için matematik departmanı ne yapmalıdır? Fakülte, tüm anlamlarda iletişim, öğrencilere özen gösterme ve onların gelişimlerini destekleme konularında olduğu gibi öğretmeyi sevmelidir. Problemleri çözme konusunda öğrencilerin mücadele etmesine izin verecek bir eğitim sisteminde bir adım atmayı öğretmelidir... İleri matematiği kullanacak kadar öğrencilerin yeteneklerini, anlayışlarını ve kendine güvenlerini geliştirmesi için zamana ihtiyaçları olduğunu fakülte yönetimi bilmelidir. Fakülte, hepsini veya birçoğunu başarının yüksek seviyesine getirmek için öğrencilerini cesaretlendirecek veya ödüllendirecektir ki böylece not sistemini ileri matematik çalışmalarına en parlak ve hızlı öğrencileri seçmek için kullanmış olmayacaklardır. Potsdam'daki başarı reçetesi çok basitti: kendine güven, açık ve öğrenciye özen gösteren bir ortamda başarı hissinden oluşurdu.[29]

Potsdam'daki bu atmosfer ve yaklaşımın büyük bir kısmını Clarence Stephens yaratmıştı.

Potsdam'ın geçmişi 1816'da kurulan St. Lawrence Akademisi'ne dek uzanır. 1962 yılına dek amacı ilköğretim çağına ders veren öğrencileri yetiştirmekti. Daha çok ilköğretim çağı mate-

matiği konusunda ders veren yedi öğretmen vardı ve en gelişmiş ders hesap alanına giriş dersiydi. 1969'da Clarence Stephens koleji ziyaret etti. Matematik ve matematik eğitim konularındaki konuşması Potsdam'daki matematik öğretmenlerini etkiledi. Lisans matematiğini öğrenmek için insani şartlar yaratılması konusundaki vizyonun karşında ezildiler, bu yüzden "ödeyebileceklerinden daha fazlasına sahip olduğu için" yönetime Stephens için en iyi teklifi vermeleri konusunda yaklaşımda bulundular.[30]

Potsdam modeli için bir kitap yazan Dilip Datta'ya bir ziyaretinde Stephens şunları anlatmıştır:

> Benim başlıca hedefim müdür olarak, öğrenciler için öğrenme ve öğretmenler için eğitimin en elverişli şartları hazırlamaktı... Üye olarak matematik fakülte üyelerinden bir takım kurulmuştu. Matematik Literatürünü Anlayarak Okumak ve Bağımsız Öğrencilere Dönüşmek gibi erken dönem matematiği konusunda öğrenciler eğitiliyordu (lisans öğrencileri için ilk iki yıl, mastır öğrencileri için ilk yıl bu eğitim veriliyordu). Bana göre takıma seçilen kişinin yeni başlayan öğrencilerle sıcak bir ilişkisi vardı ve departman ile koleje karşı güçlü bir şekilde bağlıydılar... Özen gösteren herhangi bir matematik fakültesi üyesinin takımın oluşturduğu öğrencileri verimli olarak eğiteceğine güvenim vardı. Ayrıca takım tarafından geliştirilen öğrenciler bize diğer öğrencilere matematik öğretmekte özel öğretmen olarak yardımcı olacaklardı... Matematikte potansiyel öğrencileri geliştirmek için kullanılan belirtilen metot Morgan Eyalet Koleji'nde olduğu gibi SUNY (New York Eyalet Üniversitesi) Potsdam'da da başarılı olmuştur.[31]

Potsdam'daki matematik departmanının mottosu "İlk olarak öğrenciler gelir"di. Dilip Datta Stephens'ın tüm fakülte ofislerinin öğrenciler için konforlu ve yastıklı rahat sandalyelerle döşenmesi gerektiği konusunda ısrarcı olduğunu yazar... Öğretmenleri, öğrencilerin çalışmak zorunda olduğu başka ders-

ler olduğu ve hafta sonlarında rahatlamaları gerektiği konularında uyanık tutardı... Bir öğretmene soracağı ilk şey 'Öğrencileriniz matematiği seviyor mu?' türünden bir şey olurdu."[32]

Stephens'ın söylemeyi alışkanlık ettiği bazı şeyler şöyledir:

"Öğrencilerinize inanın, herkes matematik yapabilir."
"Öğrencilerinizi iyi tanıyın – onların isimlerini, ne bildiklerini, beklenti ve korkularını bilin."
"Yüksek standartlar gerçekdışı beklentilere sahip olmak değildir, bu durumda öğrenciler başarısız olduklarını düşünür."
"Yavaşça hızlı gidin"[33]

Datta şunları da yazar, "Matematik öğrenmenin ve öğretmenin insani çevre şartlarından en önemli elemanı öğretmen topluluğudur. Onların kendini adamış gayretleri olmazsa, hiçbir şey mümkün değildir.[34]

Stephens, Pensilvanya'daki Lincoln Üniversitesi ve Johnson C. Smith Üniversitesi'nden bilim alanında, mezun olduğu Chicago Eyalet Üniversitesi ve New York Eyalet Üniversitesi'nden (SUNY) de fahri doktora unvanı aldı. Hem Maryland hem de New York eyaleti valilileri tarafından da onur ödülüne layık görüldü. Smithsonian Enstitüsü'nün Amerikan Tarihi Ulusal Müzesi'nde mumyası sergiye katıldı. Amerika Matematik Birliği her yıl verilen Farklı Öğretim ödülünü Clarence Stephens ödülü olarak yeni adıyla vermeye başladı. Bu onun adının her yıl bu departmanın ödül töreninde anons edilmesi demektir.

2003'te Amerikan Matematik Birliği ona, matematiğe üstün hizmetlerinden ötürü "Gung-Hu" ödülünü verdi. Stephens'ın öğretme metotlarının tanımından alıntı yapılarak şu şekilde yorumlandı, "New York Eyalet Üniversitesi (SUNY) Potsdam Enstitüsü 4000 öğrencisi ile göreceli olarak küçük bölgesel bir kolejdir. Stephens'ın zamanında, 1985 yılında kolej 184 matematik uzmanı mezun etti. Bu sayı o sene Amerika'daki enstitülerin mezun ettiği üçüncü büyük öğrenci sayısını kapsar (sadece iki California Üniversitesi'nin mezun ettiği matematik uzmanı

bu sayıdan fazladır) Bu sayı, o sene SUNY Potsdam tarafından verilen derecelerin % 25'ini oluşturuyordu ve % 40 oranında enstitünün mezun ettiği matematik uzmanlarına aitti.

Bir öğretmenin kişisel ödüllerinden daha önemli bir şey onun öğretme metotlarının etkisiydi. Robert Lee Moore, Amerika'da kesinlikle hatırı sayılır bir etkiye sahipti. 1950'den itibaren Moore'un beş doktora öğrencisi ve onunla çalışan altı tanesi Amerika Matematik Birliği'nin başkanı olarak hizmet etmişlerdir. Amerika Matematik Birliği'nin (MAA) onlarca yıl R. L. Moore'un öğrencileri tarafından idare edilmesi gerçeği, onun kolej eğitimini önemli ölçüde etkilediğini gösterir. Moore aynı zamanda, Ed Moise ve Ray Wilder'ın bir öğrencisi olarak ikinci kuşak Moore öğrencisi olan Ed Begle tarafından ilk ve orta öğretimi de etkiledi. Moise ve Begle, Okul Matematiği Çalışma Grubu'nun (School Mathematics Study Group – SMSG) önemli liderleri oldular. Bu grup bir süre küme ve aksiyomları ilköğretim okul matematiğinde öğretilmesini başardı. Üniversite aşamasında Moore metodu, ya da modifiye edilmiş Moore metodu bir öğretme metodu olarak hâlâ varlığını korumaktadır. Bu, olağan ve standart dışıdır fakat gelecekteki araştırma matematikçilerini eğitmek için güvenilir bir yol olduğu kanıtlandığı için saygı duyulmaktadır.

Ben (Reuben Hersh) 2002'de Potsdam'ı ziyaret ettim ve Stephens'ın ruhunun ve bakış açısının Cteforis'in başkanlığında hüküm sürdüğünü gördüm. Stephens, John Poland'ın makalesinin yayımlandığı 1987'de emekli oldu. "Modern Peri Masalı" isimli bu makale *American Mathematical Monthly*'de yayımlandı. Bu makalede Stephens'in çabalarının emekli olduktan sonra da bitmediğini belirtir. Bir soruya karşılık olarak Stephens şu şekilde yanıt vermiştir:

> Kanada ve Amerika Birleşik Devletlerinde, Potsdam'daki matematik programını tartışmak için kolejleri ve üniversiteleri ziyaret etmem için davetler aldım. Doğu, Orta Batı, Batı ve

> Güney'deki bazı kolej ve üniversiteleri gezdim. Kaliforniya Eyalet üniversitelerinin hemen hemen tümünü gezdim ve gezmeye vakit bulamadıklarımdan da davet aldım. Bazı ikinci ziyaretler de bulundum. Bu tür ziyaretlerle geçen dört yıl sonunda, davetleri kabul etmeyi bıraktım. Kaliforniya ve Georgia'da benzer programlar kurmam için fakülte pozisyonları teklif edildi. Morgan ve Potsdam'daki deneyimlerimden elverişli akademik çevre şartları kurmanın ne kadar zor olduğunu biliyordum. Böylece, öyle olmasını arzulayan herhangi bir kolej öğrencisi matematik öğrenmeyi öğrenebilir ve bundan zevk alabilirdi. Başarılı bir program kurmak yaratıcı düşünme ve zaman ve yere bağlıydı. Bundan dolayı bana önerilen hiçbir fakülte pozisyonunu kabul etmedim.[35]

Ya, Stephens'ın metodu olan Potsdam modeli? Potsdam'ı ziyaret ettiğimde, fakülte yönetimine, diğer matematik departmanlarının onlara benzeyip bu modeli uygulayıp uygulamadıklarını sordum. "*İnsanlar buraya gelir ve izlerler. Daha sonra* –bu mükemmel, fakat bunu kendi kampüsümüzde asla yapamayız– *derler*" diye bir cevap aldım.

Her nasılsa Clarence Stephens'a, modelinin herhangi bir yere uygulanıp uygulanmayacağını sorduğumda, bazı saygın okulların isimlerini verdi: Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü ve Princeton ve Darmouth gibi! Ve daha az üne sahip iki seçkin özel okul: Atlanta'daki Spelman Koleji (geleneksel siyah kadın enstitüsü) ve Kaliforniya'daki Claremont'da olan Harvey Mudd Koleji (Claremont kolejlerinden iyi bilinen bir tanesi olan yüksek saygın mühendislik okulu gibi). Fakat Amerikalı kolej öğrencilerinin çoğunlukta olduğu hiçbir eyalet üniversitesi ve koleji tarafından Stephens'ın modeli adapte edilmedi.

Bunun hayal kırıklığı yarattığı anlaşılabilirdir. Potsdam'da Stephens, tüm fakülteye bakış açısını kazandırabilmek için yıllarca "Elverişli koşullar altında, matematikle ilgilenen herhangi bir kolej öğrencisi başarılı olabilir!" düşüncesinde ısrar etmek zorunda kalmıştı.

Ve bu elverişli koşullar nelerdir?

"İlk olarak öğrenciler gelir."
"Öğrenciye konuyu anlaması için ihtiyacı olan zamanı verin."
"Her öğrencinin başarılı olabileceğine olan tam güvene sahip olun."

Potsdam'da, fakülte yayın yapma konusunda sabit bir güçlü baskı altında değildi. Ve orada matematik, onu öğrenmeye ilgili herhangi bir öğrenci için vardı – sadece gelecek bilim adamları ve mühendisler için değil. Potsdam'daki birçok matematik uzmanı öğretmen oldu, fakat diğerleri başka iş alanlarında ve akademik olmayan kariyerlerde çalıştılar. Fakat birçoğu hayatları için matematik eğitimlerinin yararlı olduğu sonucuna vardı.

Fakat Amerika Birleşik Devletleri kolej eğitiminde yaygın bakış açısı farklıdır. "Sizi sonunda iyi bir işe götürecek olan bir konu hakkında uzmanlaşın." Eğer hesap alanında bir ders almışsanız, fakat bir matematik veya başka bir bilim dalında uzman değilseniz, herhangi bir iş dalındaki okula gidebilirsiniz (örneğin tıp veya mimarlık okuluna).

Birleşik Devletlerdeki sıradan bir eyalet üniversitesini, Stephens'ın öğretisine uygun bir okul haline getirmek bir proje olabilirdi. Fakülte ilk olarak öğrencilerin gelmesiyle ödüllendirilir miydi? Matematikle ilgilenen herhangi bir öğrenci başarılı olur muydu? Ve matematikteki her öğrenci sevildiğini hisseder miydi?

Bununla birlikte, fakülte ve yöneticilerin Potsdam modeline ilgi duymasına neden olacak bir faktör vardır. Birçok Amerika Birleşik Devletleri üniversitesi, matematik alanında azınlıktaki öğrencilerin başarı oranını yükseltmek için çaba sarf etmektedir (10. Bölümde Berkeley ve Austin'deki Uri Treisman'ın başarılarından bahsedeceğiz). Potsdam modelinin uygulandığı herhangi bir okulda, hem azınlık hem de çoğunluğun başarı yüzdelerinde büyük gelişmeler beklenmelidir.

Sonuç

Clarence Stephens ve Robert Lee Moore'un hikâyeleri, Amerikan eğitim sisteminde iki farklı ve zıt türü bir arada bulundurur: eşitlik karşıtı seçkinci görüş; birleşim karşıtı yarışçılık; Bağımsızlık Deklarasyonu'nun karşıtı Amerikan Konfederasyon Eyaletleri. Sosyal çatışmalarımızdan kaçtığımız yerde matematiksel hayat bazen fildişi kule gibi yükselir, sosyal akımların birbiriyle mücadele ettiği yerde bazen büyük bir girdap olur. Onların hikâyeleri işte bunları ortaya çıkarır. Moore'un Afro-Amerikan öğrencileri sınıfına almaması, Birleşik Devletlerdeki, özellikle köleliğin kabul edildiği eyaletlerdeki uzun süren ırkçılığın mirası sonucudur.

Diğer taraftan Stephens geleneksel siyahî enstitülerden onur duyan Afro-Amerikan topluluklarda büyümüştür. Onun alt kültürünün inanış ve değerleri karşılıklı desteği içermektedir. Ona göre eğitim, uzman olduğun bilginin yayılmasından daha fazla bir şeydir; daha iyi bir hayat yaratmak için her bireyin çabasının tam kabulü anlamına gelir.

Moore'un bağlı olduğu güneyli ırkçı alt kültürü şimdi yenilerek bozguna uğramış ve itibarsızlaşmıştır. Bu Birleşik Devletlerde bir Afro-Amerikalı başkanın seçilmesi ile ispatlanmıştır. Fakat önceden dışarıda bırakılmış grupların tam birleşmesi hâlâ tam olarak başarılması gereken bir şeydir. Bunun için yasal eşitlikten fazlasına ihtiyaç vardır, dönüştürücü öğretim metotlarına ihtiyaç vardır.

Kaynakça

Albers, D. J. (1990). *More mathematical people* (Daha fazla matematik insanı). Boston: Harcourt Brace Jovanovich.

Albers, Donald J., & Alexanderson G.L. (1985). *Mathematical people: Profiles and interviews* (Matematik İnsanları: Profiller ve Söyleşiler). Boston: Birkhauser.

Datta, D. K. (1993). *Math education at its best: The Postdam model* (Matematik eğitimi en iyi zamanında: Postam modeli). Framingham, Mass.:Center for Teaching/Learning of Mathematics.

Donaldson, J. A. (1989). Black Americans in mathematics (Matematikte siyahi insanlar). Peter Duren versiyonu: *A century of mathematics in America*, part III (Amerika'da matematik yüzyılı, kısım III). Providence, R.I.: American Mathematical Society.

Einstein, A. Holton, G. (1973)'den alıntı yapılmıştır. *Thematic origins of scientific thought: Kepler to Einstein* (Bilimsel düşüncenin tematik kökeni: Kepler'den Einstein'a). Cambridge, Mass.: Harvard Üniversitesi Yayınları.

Lewis, A. C. (1976). George Bruce Halsted and the development of American mathematics (George Bruce Halsted ve Amerikan matematiğinin gelişmesi). J. D. Tarwater versiyonu. *Men and institutions in American mathematics* (Amerikan matematiğindeki kişiler ve enstitüler). Lubbock, Tex.: Texas Teknik Üniversitesi Yayınları.

Afrikalı Diaspora'nın matematikçilerinin web-sitesi. 5 Nisan 2007'de http://www.math.buffalo.edu/mad/ den alıntı yapılmıştır.

Megginson, R. E. (2003). Clarence Stephens'a matematiğe yaptığı üstün katkılardan dolayı verilen Yueh-Gin Gung ve Dr. Charles Y. Hu ödülü. *American Mathematical Monthly* 110(3), 177-180.

Parker, J. (2004). *R. L. Moore: Mathematician and teacher* (Matematikçi ve öğretmen). Washington D. C.: Mathematical Association of America.

Poland, J. (1987). A modern fairy tale (Modern peri masalı?) *American Mathematical Monthly* 94(3), 291-295.

Stephens, R. (2006). Kişisel iletişim

Stephens, R. Web-sitesi. 15 Mart 2007'de http://www.mathsci.appstate.edu/~sjg/womenandmonoritiesinmath/student/stephens/sephen

Wilder, R. L. (1982). The mathematical work of R.L.Moore: Its background, nature and influence (R. L. Moore'un matematiksel çalışmaları: perde arkası, doğası ve etkisi). *Archive fort he History of Exact Sciences* 26, 73-97

+9+

Okul Matematiği: Sevmek veya Nefret Etmek

Neden o kadar çok okul çocuğu ve yetişkin matematiği göz korkutucu veya matematik öğrenmekte kendilerini yeteneksiz bulurlar? Eğitimciler bu zorluğa nasıl yaklaşır?

Matematiksel hayat, sonu olmayan çeşitli formların ve ilişkilerin dünyasına dalar. Bir matematikçi tüm enerji ve coşkusunu öğrenme ve anlamaya adar ve önüne çıkan zorluklarla mücadele eder. Matematiksel düşünme, aynı zamanda bilmecelerle uğraşan, satranç oynayan veya dinlendirici problemler çözen insanlar tarafından da sevilir. Matematiksel hazzı yakalama bu kitabın en önemli başlığıdır.

Fakat matematiğin başka bir yüzü de vardır. İşte, insanların matematik hakkında söyledikleri:

> *"Matematikten nefret ediyorum! Öğrenemedim ve öğretemem!"*
> *"Matematikte kötüyüm. Her zaman benim en az sevdiğim bir konu olmuştur."*
> *"Okulda matematikten nefret ederdim... ve hislerim o günden sonra hiç değişmedi."*

Okul matematiği hakkındaki bu yorumlar, matematik işlemler üzerine bir seminer alarak ilköğretim öğretmeni olmaya hazırlanan lisans öğrencilerinden geldi. "Öğrenciler matematiği sevenler ve sevmeyenler olarak neredeyse ikiye ayrıldılar. Tüm

durumlar için bakış açısı ve başarı arasında bir korelasyon vardı."[1] Çocuklar, bu tür öğretmenlerden matematik hakkında nasıl duygular edinirler?

Matematik üzerine negatif bakış açıları hakkında geniş bir literatür vardır. En iyi Bilinen Sheila Tobias'ın matematik fobisi üzerine olanıdır.[2] Matematik fobisinin yayılımı bireysel olarak öğrenciler tarafından deneyimlendiği gibi büyük oranda patlamıştır. Bunlarla ilişkili konuları irdelemek istiyoruz. Bunlardan biri topluluğun matematik mühendisi ve bilim adamı ihtiyacı ve bu tip bir kariyere hazırlanmayan birçok öğrencinin çektiği zorluklar arasındaki uyuşmazlıktır. Bu iki mesele nasıl uzlaştırılır? Bilgi çağının isteklerine layıkıyla cevap vermek için herkes matematik uzmanı mı olmak zorundadır?

Bunlarla ilişkili soru, tıp gibi sektörler için gerçekte ne kadar matematiğe ihtiyaç duyulur? Bugün, matematiğe çalışmak, bir öğrencinin ilgisine göre seçebileceği bir opsiyon değildir. Bu zorunludur. Cebirde ve hesabın bazı hallerinde uzmanlığın birçok iş dalı için gerekli olduğu düşünülür. Kolej ve diğer meslek okulları için matematik, başvuru sahiplerini filtre etmek vazifesi görür. Bu gereklilik ne kadar gerçekçidir? Bir tıp okuluna girişinizde hesaptaki dereceniz bağımlı mı olmalıdır? Bu da bu bölümde inceleyeceğimiz diğer konudur.

Gönülsüz Öğrenciler

Öğrencilerin büyük bölümünde kendisini matematikten soyutlamak yaygın olarak gözlemlenir. Matematikten korunma ve onu reddetme sorunu ortadan yok olmaz. Matematiksel başarının uluslararası karşılaştırmalarında Birleşik Devletlerin zayıf duruşunu gazete ana başlıkları bu durumdan yakınarak verirler. Bunun için okulları, televizyonu ve çocukların ev ödevinde ihtiyaçları olduğunda anne babanın uygunsuzluğunu suçlarlar. Birleşik Devletlere ait Arkada Hiçbir Çocuk Kalmayacak (No Child Left Behind) hareketi ile baskı daha da yoğunlaşmıştır. Ba-

şarı aralıklarını test etmeyen okullar cezalandırılır. Performansları standartların gerisinde kalan çocuklar kınanır. Bu cezalar matematik fobisine ters yönde katkıda bulunur. Popüler araştırmalar kadar daha sistematik çalışmalar matematiğin negatif ve pozitif yönde en güçlü reaksiyona neden olan bir okul konusu olduğunu gösterir.

Bunu izleyen makalenin başlığı "Matematikten nefret mi ediyorsunuz? Yalnız değilsiniz" idi.

> Bu ülkedeki insanlar matematikle bir aşk-nefret ilişkisi içindedir. Bazıları için favori okul konusu, fakat birçokları, özellikle kadınlar için kötü bir anıdır matematik. Öğrencilik günlerine geri dönen yetişkinler arasında yapılan bir araştırmada her on kişiden dördü okulda matematikten nefret ettiğini söyledi. Bugün Asyalı ve Avrupalı öğrencileri yakalamak için yapılan çabalar için geniş çapta bir küçük görme hali vardır. Matematikten nefret ettiğini söyleyen birçok insanın iki katı başka bir konu hakkında da aynı görüşe sahiptir. Suwannee, Georgia'dan ev hanımı Stewart Fletcher gibi bazı insanlar, okulda matematiklerinin iyi olduğunu söylerler ama onu öğrenmeyi sevmeyi hiç başaramamıştır. "Soğuk ve işlemle doluydu. Gri yoktu. Her şey siyah ve beyazdı" demiştir. Yine de popülasyonun dörtte biri matematiğin okulda favori dersleri olduğunu söylemiştir.[3]

Yüzde 40 nefret ederken yüzde 25 diğer başka derslerden çok matematiği sevdiğini söyler! Birçok insan matematikten nefret eder, fakat birçok insan da matematik problemleriyle beyinlerinde bir zorluğun üstesinden gelme şansına sahip olmayı çok severler. Sadece bir doğrunun olduğu ve diğer cevapların yanlış olduğu bir şeyi yapmaktan haz duyan birçok insan vardır.

Bir Matematikçinin Özrü'nde Hardy şöyle yazmıştır, "Matematikten daha popüler olan az bir şey vardır, bu bir gerçektir... Matematiğe ilgi duyan insan sayısı müziğe ilgi duyanlardan belki daha fazladır... Her medeni ülkede birçok satranç oyuncusu var-

dır. Satranç problemleri matematiğin ilahi ezgileridir. Daha düşük aşamada fakat daha geniş bir halk kitlesi için aynı dersi öğrenebiliriz. Briçten veya popüler gazetelerin bulmaca kolonlarında matematiği daha azaltılmış bir şekilde matematik vardır. Yaklaşık olarak bunların muazzam popülaritesi, ilkel matematiğin gücünü çizen bir övgüdür... Başka hiçbir şey matematik zevkine bu kadar sahip değildir.[4]

Yüz yıl önce moda olan bir bulmaca bugün de popülerdir. Onbeş Bulmacası (The Fifteen Puzzle) numara verilmiş blokları karenin içine kaydırmakla oynanırdı. 1880'nin ilkbaharında New York Times şöyle yazmıştır: "Onbeş Bulmacası olarak isimlendirilen bulmaca gibi iğrenç bir hızla yayılan hiçbir salgın ve öldürücü hastalık bu veya başka bir ülkeyi ziyaret etmedi." Bulmaca tüm ülkeye yayıldı. Hiçbir şey bunu önleyemedi. Şimdi bizim özgür enstitülerimizi tehdit etmektedir. Hamlet oradan "anayasa veya özgürlük pahasına bu korkunç bulmacayı ortadan kaldıracak güçlü bir erkek için" bir hıçkırıkla geliyor.[5]

Bugün, kare bir kutu içine sayıların düzenlenmesinden oluşan bir bulmaca olan Su Do Ku milyonlarca insanın favori oyunudur. 1997'de Hong Kong'lu emekli bir hâkim, Wayne Gould, bir Japon kitabında kısmen doldurulmuş bir bulmaca gördü. 6 yılın üzerinde bir zamanda bu tür bulmacaları çabuk bir şekilde düzenlemeye yarayan bir bilgisayar programı geliştirdi. İngiltere'deki *Times* gazetesine Su Do Ku bulmacasını sundu. 2004'te *Times'ta* yayımlanmasından sonra bu bulmaca Nisan ve Mayıs 2005 gibi bazı başka ulusal İngiliz gazetelerinde de yer buldu. Dünyanın ilk televizyon Sudoku şovu canlı olarak 1 Temmuz 2005'te yayınlandı. Coğrafi bölgeleri temsil eden dokuz oyuncudan oluşan dokuz takım problemi çözmek için yarıştı. Matematik oyunlarına ve bulmacalara bir popülasyon tarafından bağımlılık, birçoğu tarafından matematiksel olarak her şeyin reddedilmesi ile bir arada var olur. Matematiği sevmediğini ve hatta ondan nefret ettiğini söyleyenlerin arasında birçok insan oyun veya bulmaca formlarında olan matematiksel zorluklardan hoşlanır.

Bir kişinin matematiği sevmediğini ve hatta ondan korktuğunu söylediğini duyduğumuz kişilere şöyle sorarız, "Bu ne zaman başladı?" Cevap, "4. sınıf" veya "6. sınıf" yahur "8. sınıf"tır. Geçenlerde bir akşam yemeğinde arkadaşımız Claire bu soruyu şöyle cevaplandırdı ve ayrıntılarına girdi, "6. sınıf... Öğretmenimiz sürekli erkek öğrencileri çağırıyordu, kızların gerçekten matematik yapabileceğine inanmıyordu. Ve arkadaşlarım benimle çok zeki olduğum için iyi geçinecekti."

Ben de ona şöyle dedim, "O zaman öğretmenin senin çok salak, arkadaşların ise çok zeki olduğunu düşünüyorlardı."

"Evet, olan tam olarak buydu."

Matematiği sevmeyen kişiler arasında bu kesir konusu ile başlar. (Nitekim Birleşik Devletlerde birçok yetişkin 1/3 + 1/4 'ü toplamakta güçlük çeker.) Başkaları için bu konu x ve y ile çalışılan cebirdir. Ve aritmetik ile cebirde doğru yaptıklarını düşünen bazıları için kolejdeki hesap dersleri onları "matematik tipi değil" veya "matematikte başarısız" olarak hissettirir. İnsanlar matematiği sevmiyor olarak doğmazlar. Onu sevmemeyi okulda öğrenirler.

Ortaöğretimde cebirle ilk buluştukları zaman – 6.sınıftan 8.sınıfta yaşlar 12-14 arasındayken – bazı öğrenciler için kritik görünür. Ne yazık ki bu dönem, eğitim araştırmacılarının, erken çocukluk ve ilköğretim yıllarının başlarındakine oranla daha az çalışma yaptıkları dönemdir. Kristin Umland[6], "ön matematikten" "tam matematiğe" geçişin okulun bu dönemi için yapılmasına işaret eder. Kabaca söylemek gerekirse, somuttan soyuta veya Bertrand Russell'in söylediği gibi, bir ayrıntıyı düşünmekten başlayarak şeylerin tüm sınıfının belirsiz bir üyesini düşünmeye geçiş gibidir. Bu sıçrayış bazıları için kolay, bazıları için zordur. Biz öğretmenler, bu zorluğun üstesinden gelmek için çocuklara nasıl yardım edeceğimizi daha iyi anlamak zorundayız.

Bireyleri veya okulları cezalandırarak yapılan şimdiki vurgu test sonuçlarındadır. Uluslararası yarışmalar seviyesine gelmek için, lisede cebir ve trigonometri ders sayısını yükselttik.

Bazıları bu yaklaşımı sorgulamıştır. *Washington Post*'ta köşe yazarı Richard Cohen mezun olmak için cebir ve trigonometri dersleri için fazladan bir yıl gerektiği eleştirisinde bulunmuştur. Bu yüzden okulu bırakanların oranına yaptığı ters yönde katkıyı tartışmıştır. Cohen kendi dehşetini şöyle anımsar: "Bizim gibi terlemeyi, acıyı, titremeyi ve size doğru dönmüş bir göz gibi öğretmenden gelen ve sizi tahtaya çağıran soğuk korkuyu bilenler vardı. Kendi infazınız için mahkemeye çağrılmaya benzerdi."[7]

Öğretme Merkezi Bağışının kurucularından Colman McCarthy daha önce yazdığı bir makalede benzer bir noktaya değinir: "Zamanın ve enerjinin bireysel ve ulusal olarak daha doğru bir biçimde etkili olacağı konulara adanmaya hazırken birçoğumuz cebir dersi almaya zorlanıyorduk. Cebir çok fazla şey için gerekli değildir. Bir zamanlar toplama, çıkarma, çarpma ve bölme tam olarak öğretiliyordu – genelde sekizinci sınıfta – şimdi daha fazlası için niye ısrar ediliyor? Cebir... birkaç insanın çekici ve pratik bulabileceği sembolik iletişimin bir yolu, bir dili... birçok insan da bu şekilde hissetmez. Bir koleje girmek için geçmeleri gereken bir kapı olmasaydı milyonlarca lise öğrencisi zorla cebir derslerine girer miydi?"[8]

Bu konu hakkında daha fazla tartıştı: "Dünya arabuluculara aşırı derecede gereksinim duyuyor. Çocuklara gerekli şey olmayı öğretmiyoruz. Tüm hayatlarımızda fikir ayrılığı var."[9] Buna cevap olarak, bazı insanlar matematiğin günlük hayat ile bağlantılı olarak fikir ayrılıkları konularında sorunların üzerine eğildiğini tartışır.

Bu, aynı zamana ait iki sese, bir yüzyıl öteden bir başkasını ekleyebiliriz. Biçimsel mantıktan tüm matematiği sembolik tanımlara küçültmeyi denemiş çığır açan anıtsal bir eser olan *Matematiğin Temelleri* (Principia Mathematics) kitabını, Alfred North Whitehead ile Bertrand Russell ortak yazmıştır. İhtimamlı resmi matematiğin ustasının okul cebri hakkında kuşkuları vardı. 1902'de şunları yazmıştır:

> Cebirin başlangıcını en zeki çocuk bile bir kural olarak çok zor bulur. Harflerin kullanımının gizemli bir hava vermekten başka bir amacının yok gibi görünür. Öğretmen bir harfin hangi sayıyı temsil ettiğini ortaya çıkarmazsa tüm harflerin bazı sayıları temsil ettiği düşünülemez, başlangıçta bu imkânsızdır. Gerçek şudur ki cebirde akla ilk önce genel gerçekleri göz önünde bulundurması öğretilir. Bu gerçekler bu veya şu şeyin kısmi şeyini tutmayı ileri sürmezler, grupların her şeyini açıklar... Aritmetiğe adapte edilen metot genelde sürmektedir: kurallar, uygun açıklamaların nedenleri olmaksızın ortaya konur; öğrenciler kuralları körlemesine kullanır. Ve bunun arkasından öğretmenin istediği cevabı bulma yetisi olduğunda, öğrenci konunun zorluklarına hâkim olduğunu hisseder. Fakat işlemin içsel kavrayışı çalıştırıldığında öğrenci yaklaşık olarak hiçbir şey elde etmemiştir.[10]

Bu şekilde mi olmalıdır? Bir sonraki bölümde tarif edildiği gibi Birleşik Devletlerde olduğu gibi başka ülkelerde de bazı eğitimciler okulda matematiği öğretmek için farklı yollar deniyor.

Okul Matematiği ve Günlük Matematik

İlgili olmayan ve korkuları olan çocuklara ve genç insanlara temel matematiksel bilgiyi vermek, üzerine önemli bir sorumluluk almaktır. Kesirleri toplamak, çıkarmak, çarpmak ve bölmek zorunda oldukları gibi temel geometri ve cebrin bir kısmını başarmalıdırlar. Bunlar zorlukla üstesinden gelinmesi gereken görevlerdir. Kavramsal anlayışa vurgu ile güçlü öğretme yeteneği gerektirir. Ve en önemlisi çocukların hayatlarına uygulanabilir aktivitelere bağlantılı olmalıdır.

Çocuklar, şekiller, objelerin kategorileri, alanları tahmin etme ve biraz sayma gibi çeşitli deneyimler ile okula başlar. İsveçli psikolog Jean Piaget'e göre genç okul çocukları görsel uyum ve saymaya dayanan niteliğin konuşmalarına, serileme, kümelerin uygunluğunun eşdeğerliliğine hâkim olma sürecindedir. Bazı 5

yaşındaki çocuklar sayıları ezbere bilirler, fakat henüz saymanın miktar olduğu anlayışına hâkim değildir. Sayılan nesneler yeniden düzenlendiğinde miktarın hâlâ aynı kaldığını düşünemezler.

Bu tür uzmanlığın yer aldığı durumlar büyük oranda değişir. Walkerdine (1997), "daha fazla" ve "daha az" gibi basit kavramsal çiftlerin yeniden düşünülmesinin gerekliliğini tavsiye eder. Yetersizlik içinde büyümüş birçok öğrenci kıyaslandığında "daha az" yerine "daha çok" duyarlar ama bu "daha fazla değil" anlamındaki duyduklarıdır.[11] Toplama, çıkarma ve çarpma işlemleri kafalara farklı dillerde farklı şekillerde yerleştirilir. Fransızcada 90 quatre-vingt-dix (dört yirmi ve on) olarak kullanılır; bu ismi hem çarpma hem toplama kullanır. Batı Afrika dili olan Yorubada 35, iki yirmiden beş çıkar olarak, hem çarpma hem çıkarma kullanılarak isimlendirilir.[12] Kenya'daki Masai diline göre 8 sağ elin dört parmağını gösterip onları iki kere sallamak ile gösterilir.[13]

Bazı öğrenciler matematiksel kalıpların dünyasına daha rahat olacak bir şekilde dil yerine, görsel deneyimlerle girer. Amerika'nın güneybatısındaki Hopi diline göre mısırın 24 çeşidi işlenir. Çocuklar mısırın renk ve ebat şekillerde sınıflandırılmasının yardımı ile temel matematik kavramlarını kazanmaya başlar.[14]

Geometrik kavramların resmi olmayan bilgisi geleneksel yetenekler ve yapıları kapsar. Mozambikli matematikçi Paulus Gerdes, bir evin bileşenlerini yapmak için bambu çubukların iplerle bağlanıp nasıl dikdörtgen şekiller verilmesinin bazı Afrikalı topluluklarda kullanıldığını tarif eder. Matematik öğretmenleri, genç öğrencilerini geometri ile tanıştırmak için bu zanaatkârların ve ev yapımcılarının tanıdık aktivitesini kullanır.[15]

Brezilya'daki genç sokak satıcıları, okul metotları ile başardıkları bir yolun ötesinde, kesinlikle karmaşık zihinsel hesaplar yaparlar.[16] Çıkarma yerine, bir parçanın fiyatının toplamalarını başarılı bir şekilde hesaplarlar.[17] Tanıdık oldukları somut imlemler ve işlemler kullanırlar. "Aynı zamanda onların kullandığı

günlük matematikleri özgünlüğü tespit etmelerine yarar, bu onların esnekliğini limitler."[18] Çünkü onlar çarpma yerine, tekrar edilmiş toplama işlemi kullanır. Sokak çocukları çarpmanın değişmeli yasalarını öğrenmez. Diğer bir taraftan, aritmetiğin yasalarını bilen okul çocukları dikkatsizce hata yapabilir; onların hataları paraya mal olmaz.

Eğitimciler, çocuklara anlamlı gelecek kavramları tanıştırarak, günlük matematik ile okul matematiğini birleştirecek yollar arıyorlar. İyi bilinen Piaget matematik eğitimcisi Jere Confrey, öğrencilerin günlük hayatının bir parçası olan paylaşma ve karıştırmayı da içeren ayrılma metaforu kullanır. Örneğin oranları öğretmede, limonata yapmak için konsantre sıvıların karışmasını anlatır. Çocuklar bir içecekten diğerine geçerler ve üretim için sağlanması gereken miktarları değiştirirler, böylece oranlar hakkında öğrenmiş olurlar. Gruplarla çalışırlar ve değişik yaklaşımları tartışırlar. "Özellikle ilginç ve tanıdık kavramlarla uygun ifadeler sağlandığında (veri tablosu, oran kutucukları ve iki boyutlu doğru) çocukların oranlarla zekice işlem yaptıkları açıkça görülmektedir."[19]

Günlük matematikteki çalışmalar alışveriş, tarım, dikiş ve pazarlama gibi çeşitli kavramlarla sürdürülür. Antropolog Jean Lave insani problem çözmedeki bilginin en iyi "deneyimlenmiş, yaşanılan dünya ve bilişsel aktivitelerin ileri araştırmalarının kaynağı olarak" sürdürüldüğüne inanır.[20] Manavdan alışveriş yaparken yetişkinler tarafından en-iyi-satın-alma stratejilerindeki aritmetik kullanımı üzerine çalışmıştır. Bir şey satın alanlar genelde el hesabı yaparak fiyatları kıyaslar. Depolama yeri ve yeni tarifler denemek gibi başka konularla da uğraşırlar.

Bu araştırmaya katılanlar bazen doğrudan el ile hareket ettirme gibi yolları kullandılar. Diyet uygulayan bir kişinin diyetinin ona izin verdiği üçte ikisi peynir dolu olan bir kabın dörtte üçünü servis etmesi gerekliydi. Bir sınıfta olsaydı, ondan 3/4 ü 2/3 ile çarpması ve 3'leri sadeleştirip ½ olarak sonucu bulması gerekecekti. Onun yerine, problemi fiziksel olarak çözdü. Pey-

niri kaba üçte ikisini dolduracak şekilde koydu, dört parçaya ayırdı ve bir parçasını çıkarıp geri kalanını servis etti.[21] Bundan okulda öğretilen algoritmaların günlük kullanıma her zaman geçirilmediğini gösterir. Fakat okuldaki bağlamından ayrılmış yetenekler, hayat deneyimlerine uygulandığında canlı ve yararlı olur.

Matematik Reformu

Confrey ve Lave'in öğrencileri, matematik talimatlarına yeni yaklaşımlarla öncülük ederler ve öğrenmeyi gerçek hayat deneyimleri ile bağdaştırırlar. Matematik eğitimini iyileştirmek için çeşitli çabalar sarf edilmektedir. Çocukların sayı duyarlılığını, zihinsel matematiği ve kalıpların anlaşılmasını geliştiren bu çabalardan bazıları ilk olarak bilişsel yaklaşımlara odaklanmıştır. Bu çabalardan bir tanesi ünlü Hollandalı matematikçi Hans Freudenthal tarafından başlatılmıştır. Freudenthal 1905'te Almanya'nın Luckenwalde şehrinde Yahudi bir ailenin çocuğuydu. 1931'de Heinz Hopf'un denetiminde Berlin Üniversitesi'nden doktora derecesini aldı. Brouwer'in asistanı olarak 1930'da davet edildiği Amsterdam'a gitti. Kısa sürede Flemenk diline hâkim oldu ve bir romanla 1944'te ilk ödülünü aldı! O zamanlar Hollanda Nazi işgalindeydi, Freudenthal ve ailesi saklanıyorlardı. Röportaj, akşam yemeği ve konuşmalarda bir arkadaşı ödül almış biri gibi tehlikeli bir rol oynuyordu. Fakat çok ihtiyaç duyulan ödül parası Freudenthal'e ulaştı ve savaşın son yılında hayatta kalması için çok büyük yardımcı oldu. Hollanda özgürlüğüne kavuştuğunda, Freudenthal, Utrecht Üniversitesi'nde "saf ve uygulamalı matematiğin profesörü" olarak gösterildi. Özellikle topoloji ve cebire katkıları ile ünlü oldu.[22] Aynı zamanda matematik tarihine üretken katkıları olan bir matematikçidir.

1971'de Utrecht'de Matematiksel Eğitimin Gelişmesi için bir enstitü kurdu (Eylül 1991'de, ölümünden bir süre sonra buraya Freudenthal Enstitüsü denmiştir) 1970'te dünya çapında "yeni matematik" akımından Hollanda'yı tek başına kurtardığı için

kendisine itibar edilmektedir. Enstitüsü, güncel deneyimlerden alınan problemler üzerine kurulu "gerçekçi matematik eğitimi" geliştirmişti. Matematiği en iyi şekilde öğrenmenin onu yeniden icat ederek olduğunu öğretmiştir. Ekim 1990'da oyun oynayan çocuklar tarafından bulunduğu bir parktaki bankta otururken sessizce öldü.

Freudenthal'ın yaklaşımı New York'ta Catherine Fosnot ve meslektaşları tarafından geliştirilmektedir. Bakış açılarını, hesaplama prosedürlerini ve algoritmayı standardize etmek olarak nitelerler: "Bu konuları araştırmak, neden çalıştıklarını anlamak çocukların düşünme yeteneklerini derinleştirir... Hesaplama talimatlarının ilk amacı olmamalıdır... Sayılara aldırmadan ezbere aynı prosedürü uygulayan şekilde düşünmeyi öğrenen çocuk güçlendirilir."[23]

Benzer yapılandırıcı ilkeleri kullanan Chicago Üniversitesi'nde, günlük matematik popüler bir programdır. Confrey'in limonata örneğine benzer gerçek hayat durumlarına vurgu yapar ve tüm sınıf ile aktiviteleri birleştirir. Öğrencilerin birbirleri ile kişisel görüşlerini tartışmak ve stratejilerini karşılaştırmak açısından birçok şansları olur. Öğrenciler hesap makinesi kullanımı için cesaretlendirilir.

Birçok reform çabası, aritmetikte onların talimatlarının temeli gibi saymayı kullanan yapılandırıcı teoriler üzerine kurulur. Farklı bir yaklaşım Rus psikolog Vladimir V. Davydov tarafından ileri sürülür. Psikolojinin Mozart'ı kabul edilen Lev S. Vygotsky'nin fikirlerinden derinden etkilenmiştir. Kültürel tarih teorisyeni Vygotsky Piaget'in çalışmasına tanıdıktır ve her iki teori de birtakım ortaklıklara sahiptir. Farklılıklarından bir tanesi bilimsel kavramlara yaptıkları vurgudur. Vygotsky, yalnızca günlük deneyimler boyunca kazanılamayan geniş kavramların öğretmenler tarafından tanıştırılması gerekliliği görüşünü takdim eder. Dikkatlice planlanmış öğretime ihtiyaçları vardır.

Piaget'in yapılandırıcı yaklaşımının tersine, Davydov ölçüyü matematiksel genellemenin temeli olarak ölçmeyi vurgular. Her

iki program ağırlıkların, alanların ve çocukların boylarının karşılaştırılması gibi somut deneyimlerle başlar. Bununla birlikte bu hareketler Rus yaklaşımında şematik olarak sunulur. Kompleks sayıların artışı ile öğrenciler sunum için yeni formlar icat ederler. Bu yaklaşımın avantajlarından biri, bir problemi yeniden kurmaya bir anlam sağlamasıdır. Çarpım şemasını icat ederek kesirler ve kareköklerin zorluğunun üstesinden gelirler.

Amerikalı eğitimci Jean Schmittau[24] kuzeydoğu okullarında Davydov'un programını benzerini uygulamıştır. Ve birinci sınıftan başlayarak öğrencilerin niteliği tanımlarken yaratıcı metotlar kullandığını görmüştür. Teoritik genellemeler ile uğraşabiliyorlardı ve oransal çarpımlarda birçok Amerikalı akranlarının çektiği gibi zorluk çekmiyorlardı. Davdov'un bazı metotları matematikteki tarihsel buluşlar ile paralellik gösterir. Bu metotlar batıda pekiyi bilinmemektedir. MAA On-line[25]'daki program hakkında geçmiş makale daha geniş uygulama alanları ile sonuçlanabilir.

Bazı reform programları anne ve babayı da dâhil etmektedir. Kaliforniya'daki Lawrence Berkeley Ulusal Laboratuar'ında geliştirilen Matematik Ailesi grubu aktiviteleri bunlardan bir tanesidir. Bu program da el ile hesaplama, oyun ve günlük deneyimlere vurgu yapar. "Okul matematiğinin bir amaçlarından biri de öğrencilere, hem standart hem de standart dışı algoritmalarının ayrımını kavramaya yardım etmektir. Bununla ilgili büyüyen bir algı ve sağduyu vardır."[26]

Reform programlarının öncelikli vurgusu matematiği öğrenenlere bilişsel olarak erişilir yapmaktır. Ama reform zihinsel zorlukların ötesinde gelişir; matematik öğrenmenin duygusal bir halini de içerir. Matematiğe yönelik kariyerlerde azınlıkların yetersiz temsil edilmesinin üstesinden gelinmesinde bu önemlidir. "Siyahiler bu ülkenin popülasyonun yüzde 15'ini oluştururlar. 1995'te bilgisayar bilimleri üzerine doktora yapanların oranı yüzde 1,8; bu oran mühendislik için yüzde 2,1; fizik için yüzde 1,5, matematik için yüzde 0,6'dır."[27] Bu durumu değiştir-



Resim 9-1. Bob Moses, insan hakları lideri olduğu gençlik yılları.

mek isteyen programların içinde en etkilisi Robert Moses'in Cebir Projesi'dir.

Moses 1960'lar boyunca Mississippi'de seçim hakları mücadelesinde göze çarpan bir liderdi. Şu an Amerika'nın siyahi topluluklarında ortaokul öğrencilerine cebirde ustalık getirmektedir. "Bizim amacımız halen var olan durumu değiştirmektir. Liseye veya koleje giden büyük orandaki azınlık öğrencileri iyileştirici matematiği, kolej matematik dersi kredisi olarak almak zorundadır."[28] Moses cebri eğlenceli bir hale getirmeyi amaçlar. Bunu seyahati de içerecek şekilde üç boyutlu kavramlara bağlayarak ve matematiksel görüşün katsayı simgelerini kullanarak yapar. "Gençliği her bakımdan karar vermeye dâhil etmek için genç insanlara bir ses vermeye kendini adamıştır."[29] Siyah öğrencilerin sivil haklarından biri olarak ortaöğretimde öğretilen ve kazanılan matematikteki yeterlilik üzerinde düşünür. Onun programı toplulukta yer almayı, akranların talimatlarını ve öğrenenlerin daha güçlü öz-kavrayışlarının geliştirmesine vurgu yapar. Matematiğin öğretildiği yolda yenilikçidir ve kısmi gücünü, öğrenen

kişinin duyguları da dâhil olmak üzere kaynaklarını harekete geçirmesinden alır. Birçok matematikçinin işlerinden zevk almanın merkezi gibi gördükleri duyguların ve düşüncelerin dengesini sağlar.

Cebir projesinde yer alan katılımcılar kendilerini sadece zor düşüncelerle uğraşan bireysel öğreniciler olarak görmezler, daha büyük bir topluluğun üyeleri olarak görürler. Öğretmenler ve koordinatörler etken fikirleri paylaşır, daha büyük öğrenciler küçüklere ders verirler ve hepsi, her bireysel öğrenicinin potansiyeline ve ederine bir değer verir. Anahtar metafor olarak gezinti ve yönleri kullanarak somut deneyimlerinden daha karmaşık olan artan cebirsel tanımlara doğru hareket ederler. Öğrenciler, kolejdeki Cebir Projesi'nde yer alan daha büyük gönüllü öğrencilerden ders alırlar ve akranlar birbirlerine yardım eder. "Mississippi çocukları kendi kuşağı içinde öğretilebilirler ve daha önceki kuşağa göre daha çabuk anlarlar."[30] "Genç insanların genç insanlara eriştiği ve birbirlerine dokunduğu bir yol vardır ki bu benim bakış açıma göre Cebir Projesi'nin gelecek şeklinin esasını oluşturur."[31] Genç çocuklar daha büyük çocuklarla takılmayı severler. "Ve bu takılma sokak köşelerinde olmamalıdır." Moses ve Cobb kendi deneyimlerini tarif eden çocuklardan alıntılar yaparlar. Örneğin Mississippi, Jackson'daki Heather şöyle demiştir, "Arkadaşlarım ne yaptığım konusunda beni çok sorgularlar. Okuldan çıktığımda çalışmak için matematik laboratuvarına gittiğimi söylediğimde beni anladıklarını sanmıyorum. Bana, 'Çalışmaya gidiyorum demekle neyi kastediyorsun? Bu çalışma değil. Oraya gidiyorsun ve bilgisayarlarla oynuyorsun.' diyorlar. Onlara göre çalışmak McDonalds veya Jitney Jungle. Onlar benim sadece öğrendiğimi hissediyorlar, bildiğiniz gibi. Ve birçok insan çalışmayı ve öğrenmeyi bir araya koymuyor."[32]

Heather gibi ders veren gençler öğrendikleri şeye model oluyorlar. Dinlenmek, cesaretlendirilmek ve sorumluluk verilmekle değişiyorlar. Bu durum, projenin etkili olmasını sağlayan duy-

gusal yönüdür. Okulları etkileyen mevcut federal yasaların durağan ihtiyaçları altında kaymaya zorlanırken Cebir Projesi daha büyük bir hâkimiyete, özgüvene ve özsaygıya katkı sağlar. Fakat Moses bir konuda şöyle uyarır, "Öğretmenleri, öğrencileri, okulu ve topluluğu içeren bu geleneğin çevrimi, birinin üzerine çullanacak şekilde kurulmamıştır. Onun etrafında bir kere, bir kere daha dolanırsınız. Sürekli onun etrafında dolanırsınız ve onun derinliklerine inersiniz. Yaptığınız şeyin tüm saklı anlamları daha açık hale gelir ve onun içinde batarsınız."[33]

1970'lerin sonları 1980'lerin başlarında, Berkeley'de Uri Treisman'ın Rose Asera ile yürüttüğü ünlü çalışmada, kolej öğrencileri için grup etkileşimlerinin pozitif etkisi ortaya çıkmıştır. Lisede iyi bir performans gösteren bazı siyahi öğrencilerin Berkeley'e vardıktan sonra hesap bölümünde niye başarısız olduklarını anlamaya çalışıyorlardı. Çinli öğrencilerin siyahi öğrencilerden daha iyi olduklarının farkına vardılar. Tresman anahtar farklılığı keşfetti: siyahi öğrenciler yalnız çalışırken Çinli öğrenciler grup halinde çalışıyordu. Birbirlerine bazı sorular soruyorlardı, her birinin yaklaşımını eleştiriyorlardı ve ev ödevleri konusunda birbirlerine yardım ediyorlardı. "Birlikte yemek yapıyor olabilirlerdi daha sonra oturup yiyor ve ev ödevi görevlerinin üzerinde geçiyorlardı. Her biri diğerinin cevabını ve İngilizcesini kontrol ediyordu... Bir kuzen veya daha büyük bir öğrenci gelip onları test ediyordu. Düzenli olarak kütüphanede bulunan eski sınavların problemlerine çalışıyorlardı."[34]

Çinli öğrenciler ile ortaya çıkan bulgulara dayanarak, Treisman ve meslektaşları azınlık öğrencilere yardım etmek için yeni bir girişim geliştirdiler. Düzenli sınıflara ek olarak öğrencilerin tanıştıkları çalışma toplulukları organize ettiler. Bu toplulukları "iyileştirici sınıflar" olarak etiketlendirmediler, çalışkan öğrenciler için özel fırsatlar verdiler. Onlara, iyileşmeye ihtiyaç duymalarından daha çok, zorlu bir mücadele gerektiren problem kümeleri verilmiş ve onurlu bir programın üyeleri gibi yaklaşılmıştı. Program göze çarpıcı bir şekilde başarılı oldu ve son yirmi yıl boyunca çeşitli enstitülere adapte edildi.

Treisman modeli, birbirleri ile yeni problemler ve sonuçlar keşfetmekten haz duyan araştırma matematikçileri için resmi olmayan topluluklarından benzerlikle taşır. Daha önce bu kitapta Budapeşte'deki Anonymous Grubu'nun çok önemli ve destekleyici rolünü tarif etmiştik. Bu grup 20. yüzyıl matematiğinde en iyi bilinen işbirlikçi Paul Erdós'e önemli bir ayarlama vererek hizmet etmiştir. *Bölünmemiş Düşünceler* (Indiscrete Thoughts) adlı kitabında Gian-Carlo Rota, Massachusetts Teknik Enstitüsü'nün ortak odalarından bahseder. Buralarda, gün boyunca sık aralıklarla, heyecanla problem çözme seansına katılmış olan Paul Cohen, Eli Stein ve sonra Gene Rodemich bulunurdu.[35]

Park, kafe veya Princeton ve Göttingen'in sokaklarındaki karşılıklı konuşma, tavsiye ve tartışmalarda bu güveni hatırlamada, matematiğin izole bireylerin yaratısı olduğu düşüncesine varırız. Olgun matematikçiler için olduğu gibi öğrenciler için de sosyal olarak yaratılmış insani gayretlerdir.

Reform hareketi güçlü bir karşı koymayla karşılaştı. Reform yanlısı olmayan kişiler ders kitaplarına odaklandılar ve temel olana geri dönmek istediler. Onların pozisyonları medyada yer buldu. Örneğin aşağıdaki makale *New York Times'ta* yayımlandı:

> Gelecek yılın sonunda öğrenmeyi uluslararası seviyeye getirmek için Seattle'dan Chris Gregoire Eyalet Eğitim kurulundan yeni matematik standartları geliştirmesini istemiştir... Birçok şehirdeki kırsal bölge grupları basit olana dönüş için propaganda yapıyorlar... New York'taki okullar Günlük Matematik isimli reformist bir matematik müfredatı kullanıyorlar. Fakat oradaki bazı anne babalar bunun değiştiğini görmek istiyorlar... New York Eğitim Departmanı sözcüsü, kavramsal anlayış ile basit algoritmaların bilgisine vurgu yaparak Günlük Matematik programının hem reformu hem de geleneksel yaklaşımları içerdiğini söyledi. Federal Eğitim Departmanı tarafından toplanan çalışmaların sonunda ülkedeki birkaç taneden biri olan bu programın öğrenci matematik başarısı üzerinde pozitif etkilerinin kanıtları olduğunu bul-

muştur... Reform karşıtları büyüyen farkındalık tarafından bazı hususlarda harekete geçirilmiştir. Büyüyen küreselleşme zamanında Birleşik Devletlerdeki çocukların matematik yetenekleri istenen ölçülere uygun değildir: Amerikalı sekizinci sınıf öğrencileri, uluslararası bir test olan Uluslararası Matematik ve Bilim Çalışmasında Singapur, Güney Kore, Hong Kong, Tayvan ve Japon öğrencilerinin gerisinde kalmaktadır. Çocukları ezber ve papağan gibi tekrar etmektense ne yaptıklarını anladıkları bir şekilde reformist matematiğin amaçlarına kendini adamış olarak duran birçok öğretmen ve anne baba vardır. Washington Üniversitesi'nde bir profesör olan Virginia Warfield gibi reformist matematik savunucusu geleneksel matematik talimatlarının birçok öğrenci için uygun olmadığını söyler. Ve şunları ekler, 'Hayatlarında yaptıkları herhangi bir şeyle matematik arasında bağlantı kuramayan ve matematikten nefret eden insanlar yaratır. Matematikte zorluk çeken çocuklarını gören birçok ailenin çocuklarına "Tatlım, üzülme. Ben de hiçbir zaman matematiği yapamadım" dediğini görmemizin sebebi budur.'[36]

Gelenekselcilerin savunmaları test puanlarına konsantre olmuştur. Uluslararası değerlendirilmelerde Birleşik Devletlerin zayıf dereceler almasının reformist ders kitapları ve müfredat sonucunda olduğunu iddia ederler. Fakat geleneksel müfredat ve eğitim, kesirleri çözemeyen ve matematikten nefret eden yüzde 40'lık yetişkinler yaratmıştır.

Reformun eleştirileri Singapur ders kitaplarında gözetlenmiştir. Matematik test puanlarının uluslararası karşılaştırmalarında Singapur'daki öğrenciler en yüksek dereceyi alırlar. Singapur ders kitapları çok fazla zaman harcamaz ve gereksiz motivasyon ve açıklamalardan kaçınır. Hem kolay hem zor olan biraz alıştırma ve açık talimatlar sağlar. Algoritmaların açık ve dolaysız eğitimini destekleyen eleştirilerinin amaçlarına uygundur. Ve basit yeteneklerde yeterliliğe vurgu yapar. Bu müfredat hakkında iyi olan şey anlaşılmalı ve açıklanmalıdır. Son olarak daha çe-

şitli problem tipleri ve daha kapsamlı öğrenme amacı ile müfredatın birleşmesi gereklidir.

Birleşik Devletlerin uluslararası testlerde zayıf derece almasının birçok başka nedeni olabilir. Bu ülkedeki öğretmenlere az güven duyulur ve hazırlanmak için limitli süreleri vardır. Düşük ücret alırlar ve daha güçlü programlar geliştirmek için birbirleriyle çalışmaları için az fırsatları vardır. Fakir topluluklarda okullar çok kötü bir şekilde ihmal edilmiştir ve şu mesajı taşımaktadırlar, "Sizin bir öneminiz yok ve biz sizden başarmanızı beklemiyoruz." Bazı kültürlerde öğrenme zenginlikten daha fazla saygı görür. Amerikalı öğrenciler için rekabetçi pozisyonunu genişletmek istersek müfredat reformundan daha fazla şeye ihtiyacımız vardır. Ekonomi, siyaset ve kültürümüzü reforme etmemiz gerekmektedir. Aynı zamanda gerçek hayatta biraz matematik yeteneğine ihtiyaç olunmakla birlikte, daha fazlası bilim ve teknoloji için gereklidir. Bilgisayarlar ve yazılım programları toplumumuzun merkezi sinir sistemidir. Bir tarafta teknolojik gelişmeler, üretim ve bilgisayarların kullanımı, daha gelişmiş matematik eğitiminden geçmiş çalışanlara gerek duyulmasına neden olur. Diğer tarafta bilgisayarların evde ve işte yaygın kullanımı neredeyse herkes için ilkokul aritmetiğini gereksiz kılar. Bilgisayar devriminin bu zıt iki etkisi matematik eğitimini güçlü bir gerilimin altına koyar. Zıt baskılar arasında burkulan bir gerilim vardır: Genel nüfus içinde geleneksel matematik yetenekleri için azalan bir ihtiyaç ile yeteri kadar komplike matematik uzmanlarına bir talep vardır. Matematiğe gereksiniminin olmadığını düşünen geniş nüfus yabancılaşmadan daha ileri matematik yeteneklerini isteyen ve ihtiyacı olan kişilerin eğitimini, matematik reformu güçlendirmelidir.

Bu gerilime hitap etmek için muhalefetten çok gelişmeci bir yaklaşımı sunuyoruz. Uzun dönem çözümü, her biri desteklenen bazı bakış açılarını gerçeğe dönüştürür. Matematik öğrenme yeterli alıştırma ve pratiğe ihtiyaç duyar ve zorlukla elde edilmiş fikirler de gerektirir. Fakat değişmeyen evrensel standart ve test sonuçları üzerinde mecburi itimatlara ihtiyacı yoktur.

Farklı Bir Bakış Açısı

Sanayi sonrası toplumda hayatta kalabilmek için temel aritmetik gereklidir. Buna çalışmak ihtiyaç olduğu sürece devam etmelidir, fakat bu öğrencilerin onu düşmanlık ve iğrenme ile anması şeklinde olmamalıdır. Okul matematiğini, matematiği seven insanlar tarafından haz alınan gerçek bir matematik yapmak çözüm müdür? Eğlenceli bir keşfe gönüllü olarak bağlanma ve yetişkinlikte işle ilgili matematik bağlantıları ile anlama amaçlı öğretilen matematiğin başarılı olma şansı daha yüksektir.

İlk veya ortaokul döneminde neden bazı insanlar bir duvara çarpıp matematiği bırakırlar? Bir tarafta temel matematiğe hâkim olma tüm çocuklar için devam eden bir taleptir: aritmetik, geometri ve cebir hesaplarının testlerinde yetenekli hale gelmelidirler. Bulgaristan veya Singapur'daki çocuklarla karşılaştırıldığında daha iyi hale gelecek şekilde test puanlarının yükselmesi istenmektedir.

Diğer bir taraftan okul bittiğinde neredeyse kimsenin kuadratik eşitlik çözme veya bir geometri teoremini ispatlamak zorunda olmadığı sade bir gerçeklik vardır. Evet koleje girebilmek veya doktora ya da profesör olabilmek için bunu yapmak zorundadırlar. Fakat birçoğu için okul bittiğinde bir kısım matematiksel öğretiler unutulur.

Akademi için politikacı veya sözcüler düzenli olarak, çocuklarımızın düşük matematiksel yeterlilikleri hakkında basına açıklamalarda bulunurlar. (Yetişkinlerin matematiksel yeterliliklerinden nadiren bir sorun olarak bahsedilir.) İyi bir yaşam istiyorsanız matematikte iyi olmalısınız gerçeği tartışılmaktadır. Matematiksel olarak daha fazla yetenekli işgücü ülkemizin dünya ekonomisindeki yarışı için gereklidir.

Fakat hesap, cebirsel eşitlik veya bir geometri teoremi üzerine matematik problemi çözen hiçbir doktor, avukat veya iş adamı görünüz mü? *New York Times*'in iş ve sanayi sayfalarında ülkemizin ekonomik zorlukları tartışılırken, Amerikan nüfusu-

nun matematiksel yeterliliği hiçbir zaman konu olmaz. Üretim ve olanakların modernize edilmesi maliyetleri burada, Brezilya ve Çin'den daha fazla olduğu için Birleşik Devletler çelik sanayi çökmüştür. General Motors ve Ford da Japon üreticiler karşısında yüksek maaş zorunlulukları ve fiyat ile tasarımda zayıf rekabet yüzünden çöküyor. Detroit'teki Birleşik Oto Çalışanları üyelerinin zayıf cebir yetenekleri yüzünden değil. Amerika'nın arka ofisi olan programlama Hindistan'da fason yaptırılıyor çünkü Hintli bilgisayar teknikerleri Amerikalılardan daha ucuza çalışıyor. Bu fason verme işinin sebebi ise Amerikalı bilgisayar teknisyenlerinin daha az aritmetik, cebir veya hesap bilmesi değildir.

Kolej Matematik Bülteni'nin (College Mathematics Journal) yeni başlayan editörü Underwood Dudley (Ulusal Araştırma Konseyi'nin bir dökümanı olan *Herkes Sayar*'da) "Bir alıştırma programı için ön koşul olarak veya lisans verme sınavının bir parçası olarak tüm işlerin % 75' inin basit cebir ve geometride uzmanlık gerektirdiğini iddia eder."[37] Dudley yorumlarını şöyle sürdürür, "... bu aptalca. Yanınızda gördüğünüz sekiz işçiye bakınız ve en az altısının işlerini yapabilmesi için cebirde uzmanlık ihtiyaçları olup olmadığını kendinize sorunuz. Hiçbirisinin Birleşik Devletler başkanı veya Walmart'ta bir satıcı veya felsefe profesörü olmasına gerek duymazsınız... Tüm bu insanlar içinde mühendislerin hesap yapma işine ihtiyacı olduğunu ve onu kullandığını düşünürsünüz, ama bunun öyle olmadığı görülmektedir."[38] Dudley, Robert S. Pearson'dan şunları alıntı yapar, "İşim beni yüzlerce mühendis ile ilişki kurmamı sağladı, fakat şu dakika on tanesinden üçü, günlük işlerinde kullanmak üzere hesap işlerinde ve sıradan diferansiyel eşitlikleri konusunda iyi derecede tecrübeliydi."[39]

Profesör Dudley şu şekilde sonuca varır, "Matematiğin her türlü iş için gerekli olduğu iddiasına bir son vermenin zamanı geldi. Evde ve işte her gün ortaya çıkan problemleri çözmek için öğrencilerin cebire hâkim olması zorunluluğunun iddia edil-

mesine bir son verme zamanı geldi. Matematik öğrenmelerinin en önemli sebebinin onun uygulamaları olduğu öğrencilere anlatmaya son vermenin zamanı geldi. Öğrencilerimize yalan söylememeliyiz. En yakın zamanda veya daha sonra iç yüzümüzü anlayacaklar."[40] (Dudley 40 yıldır DePauw Üniversitesi'nde hesap öğretiyor.)

Birçok Amerikalının 1/4 ve 1/3' ü doğru olarak toplayamaması utanç vericidir, çünkü bunu 4. veya 5. sınıfta öğrenmiş olmalıydılar. Bu toplama ihtiyaç duyduklarında hesap makineleri pratik amaçlar için bu soruya yeteri kadar yaklaşık bir cevap verecektir. Fakat kesirleri toplamadaki kanunlar şu an olduğundan daha verimli öğretilebilir. New Mexico Eyaleti Cezaevi'nde 5 yıl boyunca gönüllü öğretmenlik yapan bu kitabın yazarlarından birisi olan Reuben Hersh'e göre mahkûmlar için bu gerçek bir problemdi. Hapisten çıktıktan sonra çalışabilmek için bir lise diplomasına ihtiyaçları olacaktı. Ve bu diplomayı almak için 1/4 ve 1/3'ü doğru toplamak zorundaydılar.

Bu yetişkinlerin kesirleri toplamada yeteri kadar alıştırma yapmadıkları anlamına gelmez. Alıştırma yaptılar, yaptılar ve yine yaptılar. Şu anki Arkada Hiçbir Çocuk Kalmayacak (No Child Left Behind) hareketi, arzu edilen test sonuçlarını alamayan okulları cezalandırarak, test ve alıştırma üzerine yoğunlaşmıştır. Sonuç olarak, bugünlerde Birleşik Devletler matematik eğitimi test için öğrenmekle hüküm sürer.

Hiç şüphesiz bazı insanlar bundan nefret etmektedir! Şarkı söyleyemediğiniz için bir lise diplomasına sahip olamadığınızı düşünün. Bu şekilde şarkı söylemekten nefret edecek birçok insan yaratmış oluruz.

Bir şans olarak, Hersh'in lise öğretmeni sınıfı "yüksek erkekler", "yüksek kızlar", "düşük erkekler", "düşük kızlar" ve "dinleyiciler" olarak ayırmıştır. Ben, Reuben Hersh, mutlu bir dinleyiciydim. Ama beden eğitimi öğretmenim bir ipe defalarca tırmanmamı istiyordu. Dersin bu tekrarlı küçük düşürme durumu benim beden eğitimini sevmeyişimi güçlendirmişti.

Birçok öğretmen, matematik eğitimcileri ve matematikçi okul matematiğini insanileştirmeye çalışıyor. Öğrencilere, 1/4 ve 1/3'ün toplamının7/12'ye eşit olduğunu kendi çabalarıyla ve diğerleriyle birlikte öğrenebildiği bir ortamda gerçek problemlerle çalışma fırsatları sağlıyorlar. Bu durumda birçok öğrenci sayılar hakkında düşünmek konusunda kendine güven ve yetenek geliştiriyor. Yukarıda öğrencilerin matematikten nefret etmediği böyle bazı programları tanımladık. Öğrenciler bu programlar yardımıyla nicelik içeren sorular hakkında dikkatlice düşünmeyi öğrenirler. Bu programlar aynı zamanda öğrencinin geniş kapsamlı problemlere tümevarım ve ısrarla yaklaşımına da katkıda bulunur. Aritmetik ve cebir öğrenmek için yaratıcı ve deneysel yaklaşım, pratik, alıştırma ve algoritmalara hâkim olma ile birleştirilebilir. Fakat müfredat reformu mükemmel değildir. Sadece önemli bir ilk adımdır.

Birleşik Devletlerdeki matematik eğitimi için en büyük sorun yeteri kadar kalifiye matematik öğretmeninin olmamasıdır. Bundan başka, kalifiye olanlar genelde fakir bölgelerde çalışmazlar. Tüm halk okul öğrencileri ve öğretmenlerin matematik eğitimlerine kalite kazandırmak için kalifiye öğretmenlerin iş ve sanayide yer alanlara göre karşılaştırıldığında daha iyi maaşlarının olması gerekir. Matematik öğrenme okul sınıfı ile limitli olmamalıdır; Cebir Projesinde olduğu gibi, okul sonrası programlar ve topluluk organizasyonu gayretleri yeni bir farkındalık ve özsaygı geliştirebilir.

Fakat buradaki iki farklı tutum arasında bir çelişki yok mu? Hayran olduğumuz ve desteklediğimiz Bob Moses'in Cebir Projesi basit cebrin hükmünü birinci derecede önemli sivil hak seviyesine yüceltir. Tüm çocuklar adına gerçek bir talep, özellikle şimdi Birleşik Devletler okullarında öyle kötü hizmet sunulan yoksun bırakılmış çocuklar için bunu yapar. Başka bir tarafta, cebrin tüm insanlar için önemli ve gerekli olmadığını burada tartışıyoruz. Hangisi doğru?

Her çocuğun 10.sınıf cebirden geçeceğini ve onların kuadratik eşitlikler veya iki ve üç doğrusal eşitlikli sistemi çözmek için iyi bir olanağa sahip olmasını garanti etmek gerçekçi ve gerekli değildir. Gerekli ve gerçekçi olan şey güzelce hazırlanmış bir sınıfta, kalifiye ve yüksek oranda motivasyon sahibi bir öğretmenden cebir öğrenmek için her çocuğun bir şansının olmasıdır. Mekanik olarak öğrenildiğinde yabancılaşan matematik başlıklarına cesaret edip girmek için yeteri kadar özgüven ile tüm öğreniciler kritik olarak düşünebilme yetisine sahip olmalıdır. Sıklıkla öğrencilere onur kırıcı davranışların sonucu olan matematik fobisi parasal hayatlarını yönetmek için kabiliyetlerini sınırlar ve yanıltıcı alıştırmalara karşı savunmasız duruma düşürür.

Bunlara ek olarak, Birleşik Devletlerdeki ve diğer ülkelerdeki okul sistemleri arasındaki büyük farklılığı açıkça kabul etmek gereklidir. Burada, Birleşik Devletlerde, halk okullarındaki mesleki ve endüstriyel eğitim hemen hemen halkın gözünden düşmüştür. Özellikle siyahi ve Latinler gibi avantajsız etnik gruplardan çocuklar için çöplük haline gelmiş ve doğal olarak ayrım gözettikleri şeklinde algılanmaktadır. Her çocuğun kolej eğitimi alması için cesaretlendirilmesi gerekliliği gibi yeni geliştirilen bir amaç vardır. İlk ve ortaokul aşamalarında ayrımcı eğitim tarafından başarılması zor bir amaç haline getirilir. Birleşik Devletlerdeki halk eğitimini finanse etme sisteminin sonucu olarak bu tür bir ayrımcılık büyük ölçüde gelir. Finansman sağlama işi büyük ölçüde yerel varlık vergisinden gelir. Nüfusun az olduğu kırsal bölgelerdeki ya da ekonomik olarak durgun kentsel alanlardaki eğitimsel bölgeler, varlıklı kentsel alanlar veya banliyödeki komşuluklarında daha az küçük vergi tabanına sahiptir. Sonuç olarak, okulları kurmak ve en iyi öğretmenleri cezp etmek için daha az para mevcuttur. Örneğin New York ya da Washington'ın pahalı banliyöleri dışındaki alanlar ve kentin içi arasında halk eğitimi kalitesinde büyük farklılık ve eşitsizlik vardır. Sistemde büyük bir değişikliğe acilen ihtiyaç vardır. Ekonomik durgunluğun güncel koşullarına rağmen yeni başkan sayesinde bunun başarılacağına dair bir umut vardır.

Birleşik Devletlerin eğitim sistemini sıkıştıran çelişkili basınçlar ile yüz yüze geldikçe, reform ve reform karşıtı konuların zıtlığının ötesine gitmeye ihtiyacımız vardır. Yetenekli öğrenciler ile yabancılaşmış olanları ayırmak yoluyla kullanmaktan sakınırken, matematiği büyük sayıda öğrenci için başarılabilir ve ilgi çekici yapmak için yollar bulmalıyız. Matematiği daha kolay erişilebilir ve günlük hayatla bağlantılı hale getirerek ve konudan zevk alan öğretmenlere sahip olarak, kendini sayılar ve sayısal çıkarımlarla uğraşmak için yetersiz hisseden bireylerin sayısının azaltılmasını ve dikkatli usavurmayla pratik yapmak için tüm öğrenicilere yardım etmeyi başarabiliriz.

Kolej Matematiği

Üniversite aşamasında, matematiksel düşünme ve onun bilim için önemini takdir etmeyen kimsenin eğitimli olarak düşünüldüğüne inanmıyoruz. Bununla birlikte kolejdeki matematik ihtiyacı genelde böyle bir amaç için hizmet vermez. Birçok öğrenci ön hesap bölümü olarak isimlendirilen bir dersi alırlar ki birçoğu orada durur ve hiçbir zaman gerçek hesap dersi almazlar. Hesap alan kişilerin çoğu ise bir tıp veya ticaret okuluna girmek için istediğinden dolayı bunu yapar. Hukuk, tıp, mimarlık gibi okullar için bu önkoşullar yeniden gözden geçirilmelidir. Bu okulların fakültelerine, "Öğrencilerinizin hesap hakkında ne bilmesini istiyorsunuz?" diye sorduğumuzda her zaman tekrar eden "Fark etmez" cevabını alırız. Bu matematik filtresi nesnel olmanın avantajına sahip olabilir, böylece önyargı veya iltimasçılığa karşı savunma daha kolay olacaktır. Tıp veya ticaret okullarına başvuru yapanları, potansiyel işlerine gerçekten uygun olan yetenekleri ve sorumluluklarına göre değerlendirmeye almak için daha rasyonel ve adil olunabilir. Örneğin birçok doktorun tanı koyma yeteneğinde olması bir ihtiyaçtır. Bu amaçla, hastalardan bilgi edinmek, tüm dikkatini bu bilgilere vermek ve tıp araştırmalarının sonuçlarını uygulamak ve elverişli tedaviyi

geliştirmek ve denetlemek zorundadırlar. Bu nedenle, sözlü ve sosyal zekâ ve bilime karşı ilgi tıptaki bir başarıda hesap bilgisinin olmasından daha önemlidir. Tıp öğrencilerini seçmek için portföylerine, erken stajlarına, içerik odaklı akıl yürütme görevlerine ve seçilen iş için motivasyon muhakemelerine bakmalıyız. Hesap filtresi amacına zararlıdır. Doktor ve girişimcilerin gerçekten kullandığı matematik – bunlar basit istatistik ve oran, orantıdır- onlar için özel olarak tasarlanmış bir kursta lisans veya profesyonel aşamada verilebilir.

Takip eden anekdotun doğruluğundan şüphe edilebilir, fakat aydınlatıcıdır:

> Amerikalı bir matematikçi yurtdışına gittiği bir seyahatten dönüyordu ve gümrükten geçmesi gerekti. Birleşik Devletler gümrük memuru, ona bir haftalık seyahatinde ne yaptığını sordu. Cevap bir matematik kongresinde olduğuydu. Gümrük ofisi adamı yana aldı ve tam olarak nerede olduğu ve bu seyahatler boyunca ne yaptığı hakkında birçok usandırıcı soru ile alıkoydu. Matematikçi sinirli bir şekilde saatine bakıyor, bağlantılı diğer uçağını kaçırmaktan korkuyordu. Gümrük memuru son olarak arkadaşımıza her akşam ne yediğini sordu. En sonunda matematikçi pes etti ve "Neden bana bunu yapıyorsun?" diye feryat etti. Gümrük memuru gülümsedi ve şunları söyledi, "Ah, şu anda hesap yaparken ne hissettiğimi anlıyorsun."[41]

Belki profesör sonunda tuzağa yakalanmış öğrencilerinin ne hissettiğini anladı. Fakat resmi öğrenci, profesörün nasıl hissettiğini biliyor muydu? Sadece bir geçme puanı veya bitmek bilmez derslerden bir kaçış isteyen pasif felaketzede boğazından konuyu zorla geçirmekten hiçbir matematikçi eğlenir mi? Paul Halmos şöyle yazar:

> "Bu tür bir ihtiyaçtan dolayı birtakım öğrencilerin dersi alması üzücüdür ve sınıfın cesaretini kırar... hem sakin ve hem

> etkili olmak için öğrenme işleminin ön koşulu olan merak yoktur ve bu her şeyi berbat eder. Bu öğretmeyi, öğrenmeyi, eğlenceyi yok eder. Zihinsel merakla dolu bir sürü öğrencinin olduğu ideal üniversiteyi hayal ediyorum. Bunların arasında matematik bilmek istediği için matematik dersi alan bir küme vardır... bana özgür ve gönüllü olarak gelirler ve onlara öğretmem için soru sorarlar. Oh, ne keyif! Bu gerçekten olursa, şans yakalamış olurum."[42]

Bu yol ile mi olmalı? Farklı olabilir miydi? Nel Noddings bu tür bir rüyaya meydan okur. İlkokul ve lise öğretmenliği ve New Jersey halk okullarındaki müdürlük yaptığı 25 yıl sonra, Noddings doktora fırsatı kazanır ve Standford'da 1977'den 1998'e dek eğitim profesörlüğü yapar. Eğitim okulunda dekan olarak da hizmet verir. Hem Eğitim Topluluğu Felsefesi, hem de John Dewy Topluluğunda şu an başkanlık yapmaktadır. 10 çocuk yetiştirmiştir. Öğrenciler arasında ilgi, yetenek, plan ve beklentilerin farklılığının hatırlandığı alternatif bir yaklaşım sergiler.

Şöyle yazar, "İnsani ilgilerin geniş ölçüde değiştiği ve birçok yüksek zekâlı insanın matematik tarafından cezp edilmediği gerçeği ile yüzleşmekte aşırı derecede gönülsüzüz... bu gibi zorlamalar altında hangi yetenek ve ilgilerin kaybolduğu, kendine güvenin hangi aşamalarının yıprandığı, hangi sinirli alışkanlıkların geliştiği, hangi bahanelerin uydurulduğu veya bizim yardımsever ısrarımızın sonucu olarak gelecek kuşağın hangi kötülükler tarafından ziyaret edileceğini bilmiyorum."[43] Takip edilen yolun daha alçak veya daha yüksek değil, sadece farklı olması ve dürüstçe yapılan tüm işin saygı ve itibar ile karşılanması gerçeği konusunda ona katılıyoruz.

Tüm öğrencileri bir matematikçi gibi düşünmeye zorlamamalıyız. Noddings'in söylediği gibi, öğrencilerin kendi amaçları için matematiği kullanmalarını öğrenmeye bırakmak daha iyidir.[44] Paylaşılmış evrensel kabiliyet hakkında her varsayımı reddetmeliyiz ve zihinsel gücün farklılığını hatırlamalıyız. Noddings



Resim 9-1. Nel Noddings, American eğitim felsefecisi.

şunları da yazmıştır, "Matematikte zayıf olan ve hiçbir zaman cebir ve geometriyi anlamayan –ne kadar çok denemiş olmaları fark etmez– çocukların engelli, değersiz veya kahramanca müdahale ihtiyacı içinde olduklarını düşünmüyorum."[45]

Ve sonra şöyle sorar, "Edebiyat, sanat, drama, hukuk, tarih veya sosyal bir işte yoğunlaşmak isteyen bir öğrencinin niye cebir ve geometri bilmesi gereklidir? Herkese cebir ve geometri öğretmenin hem müsriflik hem de düşüncesizlik olduğu kuşkusuna kapılıyorum."

Gerçekten matematik ile ilgili öğrencilere karşı daha dikkatli ve yardımsever olabiliriz. Onlarla ilgili şunları yazmayı sürdürür, "Daha derin konuları kendi başlarına anlamaları için çalışabilir. Bazen genişletilmiş zihinsel çalışmaya eşlik eden yalnızlığı ve matematik ile başarılı karşılaşmalardan çıkan keyfi tartışmalıyız."[46] Bu öğrencilerinin hediyelerinin diğerlerinden daha iyi değil, sadece farklı olduğu konusunda Noddings'e katılıyoruz.

Noddings'in öğrenciler adına sorduğu şeyin aynısını Halmos öğretmenler adına sorar. Günlük hayat ve etkili muhakeme için gerekli matematik yeteneklerini kazanmaya ek olarak Noddings, öğrencilerin kendi ilgi ve zihinsel güçlerini takip etmesi konusunda rahat bırakılmasını ister. Onun bu iddiasına katılıyoruz. Çeşitli şartlar altında öğrencileri bilgilerinin derinlemesine inmesi için rahat bırakmak sayım işleminin olduğu eğitim için temeldir.

Bugün liselerde cebir, kolejlerde hesap, daha yüksek bir eğitim almak için temel filtrelerdir. Bunu haklı çıkarmak için, vatandaşların bir seçmen ve tüketici olarak mantıksal usavurma kabiliyetlerinin olması gerektiği tartışılmaktadır. Cebri veya trigonometri dersini geçmek gerçekten bir öğrencinin siyasi veya satın almada mantıksal muhakemelerini kullandığını kanıtlar mı? Sahte reklam ve siyasi sloganları eleştirme kabiliyetinin artmasında lise cebri ve trigonometrinin bir kanıtı olduğuna dair bir şey bilmiyoruz. Bazıları ilgili oldukları deneysel bilim, yazınsal analiz veya hukuk gibi çalışma alanlarında eleştirisel düşünmeyi öğrenmede daha fazla şans sahibidir. Spor olaylarında kazananları tahmin etme ya da önemli hayati kararları verme gibi okul dışı ortamlarda mantık, başlıca kavramaların dikkatlice araştırılmasında gereklidir.

Howard Gardner tarafından savunulan, insani algısal güç ve zayıflıklarının çeşitliliğini hatırlatan zekâya bakışa güveniyoruz. Gardner'ın çoklu zekâ teorisi, insan zekâsını, "nispeten ayrı yeteneklerin sadece gevşek ve tahmin edilemez ilişkiler ile birbirine bağlanan bir serisi olarak" [47] tanımlar. Biyolojik olarak önceden saptanmış IQ puanı ile ölçülen birleştirilmiş kalite olarak görülen zekânın geleneksel fikrine karşı çıkar. Gardner'in teorisi iki araştırma alanından kanıtlara dayanır. Bunlardan birisi bazı algısal yeteneklerini yitirmiş, fakat diğerlerini sürdüren felçli mağdur insanlardır. İkinci alan Williams sendromu olan hastalardır. Müzik icra etmede çok iyi olan bu çocuklarda, diğer insanların duygularını tanıma kabiliyetleri yoktur. *Zihnin Yapısı*

(Frames of Mind) isimli kitabında Gardner zekâ türlerinin bir listesini vermiştir. Bunlar dışavurumcu yazılı ve oral konuşma içinde açığa çıkan sözsel-dilsel zekâ; kalıpların saptanması mantıklı olarak düşünebilme ve matematiksel işlemleri yerine getirmede kullanılan mantıksal-matematiksel zekâ; hem açık hem kapalı alanlarda kalıpları tanımada ve hareket ettirmede kullanılan görsel-uzamsal zekâ; aralıkları, tonları ve ritimleri tanımakta ve onları bir performans veya komposizyonda kullanmakta işletilen müziksel-ritmik zekâ; atletlerin, dansçıların ve cerrahların sahip olduğu bedensel-kinestetik zekâdır. Bunlara ek olarak, iki duygusal zekâyı da sınıflandırmıştır. Bunlardan biri, diğerleri ile çalışabilen bazı öğretmen veya danışmanların gösterdiği kişilerarası zekâdır. Diğeri hayatına kendi bilgisi rehberlik eden birileri tarafından gösterilen içsel zekâdır.

Birçok aktivite iki veya daha fazla zekâyı bir araya getirir. Bedensel kinestetik kabiliyetlere ek olarak, bir cerrah muhakeme yetenekleri ve görsel temsil için yüksek beceriye ihtiyaç duyar. Kinestetik ve görsel işlemlere karşı mantıksal ve dilsel olanlara ne kadar güvenmekte olduğu konusunda matematikçiler farklılık gösterir. Birçok matematik öğretimi bu farklılığı göz ardı eder. Dolayısıyla birçok öğrenici tarafından hissedilen başarısızlık korkusunu eklerler. Günümüzde, öğrenciler eğer dar bir alanda yasaklanmış yollarda iyi ise "matematikte iyi" kabul edilirler. "Problemleri çözmek için birçok insanın kavramsal kapasitelerini ne kadar farklı kullandığını gerçekten anlasaydık, birçok insanın matematikte iyi olmasını sağlayacak talimatları tasarlayabilirdik."[48]

Gardner'in farklı zekâları yetenek olarak isimlendirilebilir. Etkili eğitim ve öğretim, öğrencilerin kendi farklı yatkınlıklarını, ilgilerini ve kültürlerini öğrenmede öğrencileri birleştirmeye ihtiyaç duyar. Eğer matematik sadece onunla ilgilenen ve motive olmuş öğrenciler (belki tüm öğrencilerin dörtte biri) tarafından ilkokuldâ çalışılmaya başlansaydı, bu tür bir bilgi gereken işler için yeteri kadar mezun bulunacaktı. Matematik

çalışması motive edilmiş bu öğrenciler daha sonra daha uzun süreli ve daha etkili bir eğitim alabilirler.

İlkokullarda devam eden reform çabaları matematik fobisini azaltmaktadır. Cebir Projesi gibi programlar, azınlıklar için geliştirilmiş kurs ve profesyonel kariyere giriş fırsatını arttırmıştır. Bu programlar, matematik öğrenicilerin eğitimlerinde onları aktif katılımcı olarak yer almasını sağlar. Sonuçların başarıyla elde edilmesi zaman alır; materyal kaynaklar ile öğretmen eğitimi ve bireysel eğitim için büyük bir zamana ihtiyaç vardır.

Öğrenme zevk, keyif, sürpriz, uzun süreli ilgi ve öğretmen ile danışmanlardan yardım almak için yeteneğe ihtiyaç duyar. İlk yıllarda matematik yetenekleri limitli bir öğrenci, kabiliyetleri ile daha iyi eşleştirilmiş alanlarda kendine güven kazandıktan sonra azimle devam etmede daha iyi olabilir.

Günümüzde hâkim olan matematik eğitimi modeli mekanik ve kalıplaşmıştır. Ve hayatta matematikten korkmayla sonuçlanır. Daha pozitif tutumlar, ve matematiksel başarı için yavaş, fakat kümülatif kazançlar yenilikçi müfredatın uzun dönem uygulamaları ile gelebilir. Geleneksel ve reformcu yaklaşımlar arasındaki kesin seçimler yerine, matematik öğreniminin uzun süreli gelişimini destekliyoruz. En büyük başarının olabilirliği yerel liderlerin destekleyici ve üniversite yardımının bulunmasındadır. Üniversite fakültesi ve matematik departmanındaki öğrencileri ve matematik eğitim programları, yerel halk eğitimi için önemli katkılar yapabilir.

Matematiği öğretme işinin gelişimi müfredatla sınırlı değildir. İlk ve ortaokul dönemlerinde topluluğun katılmasından yararlanabilir. Yetişkinlerin verdiği özel dersler gibi daha büyük öğrenciler tarafından verilen eğitim, matematiğin soyut kavramları ile mücadele eden çocuklara kişisel dikkat vermekte çok önemli ve kritik olabilir. Anne baba ve topluluk üyeleri ile aritmetiğin günlük uygulamalarını paylaşmak, genç öğrenciler için bu kavramları daha kolay girilebilir yapar. Yavaş ve kümülatif kazançlara odaklanacak olursak, daha fazla güven yaratabilir ve ilk

aşamalarda rahat ettirebilir ve liseye gittiklerinde daha fazla seçenek sağlayabiliriz. İlgileri ile ilişkisi bulunmadığını düşünen lise ve kolejde matematikten korkanlar için, bir sonraki aşamada konularıyla ilgili matematik fırsatları sağlamalıyız. Daha olgun bireyler risk almaya ve teknolojinin gelişen alanlarında matematiğin yararcı değerini görmeye daha fazla hazırdır.

Sonuçlar

Okul çocukları ve yetişkinler tarafından matematiğin geniş çaplı korkusu için birçok neden sunduk. Bunlar arasında en önemli olanlar birçok öğretmenin matematiksel soyutlamaları sunduğu formüle edilmiş yoldur. Birçok öğrenci güvensiz hale gelir ve kalan hayatında matematikten korkup çekinir. Birleşik Devletler veya başka bir yerdeki reform çabaları ile bu sorunlardan bazılarının üzerine gidilmektedir. Reform adımı yavaş ve müfredat ile sınırlıdır. Bizim bakış açımıza göre, bu problemin üzerine gidilmesinde daha büyük değişikliklere ihtiyaç vardır. Bunlar arasında matematiğin filtre olarak kullanılması durdurulabilir.

Bunun yerine matematik fobisinden ıstırap çeken kişi sayısı azaltılırken, motivasyonu yüksek öğrencilere ileri matematik öğretimi/öğrenimi sağlamak için yetenek ve ilgide farklılığın değerini bilmek amaçtır. Hem meraklı hem de isteksiz öğrencilere aynı değerleri ve yaklaşımları empoze etmektense sistematik ve topluluğa açık bir perspektif geliştirmek zoru başarmak olacaktır. Çünkü biz matematiği seviyoruz ve ondan nefret eden insan sayısını azaltmak istiyoruz. Bu önerilerdeki amacımız güncel tartışmanın önermelerin yönünü değiştirmektir. Matematik ve onun kültürümüzde öğretimi için, topluluğun olduğu kadar öğrencilerin ihtiyaç ve yeteneklerine odaklanmış bir öğretim yoluyla insani bir rol yaratmak amacı taşımaktayız.

Kaynakça

Carraher, T. N., Carraher, D. & Schliemann, A. D. (1985). Mathematics in the streets and in the schools (Sokakta ve okulda matematik) *British Journal of Developmental Psychology* 3,21-29.

Charbonneau, M., & John Steiner, V. (1988). Patterns of experience and the language of mathematics (Deneyimin kalıpları ve matematiğin dili). R. Cocking & J. P. Mestre versiyonunda. *Linguistic and cultural influences on learning mathematics* (Matematiği öğrenmede linguistik ve kültürel etkiler). Hillsdale, N. J.: Erlbaum, sayfa 91-100.

Cohen, R. (2006) What is the value of algebra? (Cebirin değeri nedir?) *Washington Post*. 16 Şubat 2006.

Confrey, J. (19995). Student voice in examining "splitting" as an approach to ratio, proportions and fractions (Oran,orantı ve kesirlere bir yaklaşım olarak öğrenci sesi incelemesi)

Cornell, C. (1999). I hate math! I couldn't learn it and I can't teach it ! (Matematikten nefret ediyorum! Onu öğrenemedim ve öğretemedim!) *Childhood Education* 75(4), 225-230.

Davis, P. J. (2006). Mathematics and common sense. A case of creative tension. Wellesley, Mass.: A. K. Peters.

Devlin, Keith (2009). MAA On-line, Ocak 2009. Should children learn math by starting with counting? (Çocuklar matematik öğrenmeye sayma ile mi başlamalı?) Devlin'in açısı. http://www.maa.org/devlin/devlin_01_09.html

Dudley, U. (1997). Is mathematics necessary? (Matematik gerekli midir?). *College Mathematics Journal* 28(5), 361-365

Fosnot, C. T. & Dolk, m. (2001). *Young mathematicians at work*. Portsmouth, N.H.: Heinemann.

Gardner, H. (1993). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences* (Beynin iskeleti: Çoklu zekanın teorisi). New York: Basic Books.

Gardner, H. (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21th century* (Yeniden yapılanan zeka: 21.yüzyıl için çoklu zeka). New York: Basic Books.

Gerdes, P. (2001). On culture, geometrical thinking and mathematics education. A. B. Powell & M. Frankenstein versiyonu. *Ethnomathematics: Challenging Eurocentrism in mathematics education* (Etnik matematik: Matematik eğitiminde Avrupa merkezci başarı). Albany, N.Y.: State University of New York Press, sayfa 223-246.

Gilman, L. (2001). The theory of multipleintelligences: Human intelligence (Çoklu zekanın teorisi: İnsan zekası). http://indiana.edu/-intel/mitheory.shtml

Halmos, P. (1985) *I want to be a mathematician* (Matematikçi olmak istiyorum). Washington D. C.: Mathematical Association of America.

Hardy, G. H. (1991) *A mathematician's apology* (Bir matematikçinin özrü). Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları.

Krantz, S. G. (2002). *Mathematical apocrypha*. Washington D.C.: Mathematical Association of America.

Lave, J. (1988). *Cognition in practice:Mind, mathematics and culture in everyday life* (Uygulamada Bilişsellik: Günlük hayatta zeka, matematik ve kültür). New York: Cambridge Üniversitesi Yayınları.

Lester, W. (2005). Hate mathematics? You are not alone (Matematikten nefret mi ediyorsunuz? Yalnız değilsiniz) Associated Press, 16 Ağustos 2005.

McCarthy, C. (1991). Who needs algebra? (Cebire kimin ihtiyacı var?) *Washington Post*, 20 Nisan 1991.

Moses, R. P. & Cobb, C. E. Jr (2001). *Radical equations: math literacy and civil rights* (Radikal eşitlikler: Matematik kültürü ve insan hakları). Boston: Beacon Press.

Noddings, N. (1994). Does everybody count? (Herkes sayabilir mi?) *Journal of Mathematical Behavior* 13(1), 89-104.

Noddings, N. (2003) *Happiness and education* (Mutluluk ve eğitim). New York: Cambridge Üniversitesi Yayınları.

Noddings, N. (2007). *The challenge to care in schools* (Okullarda dikkat edilmesi gereken başarı). New York: Teachers College Press, sayfa 151-159.

Pearson, R. S. (1991). Why most engineers use undergraduate mathematics in their Professional work? (Neden birçok mühendis profesyonel hayatlarında lisans matematiği kullanır?) *UME Trends* 3:3 sayfa 8.

Piaget, J. (1965/1941). *The child's concept of number* (Çocuğun sayı kavramı). New Yok: W. W. Norton.

Rota, G. C. (1997). *Indiscrete thoughts* (Toplu halde düşünceler). Boston: Brikhuaser.

Russell, B. (1957). "The study of mathematics" in *Mysticism and logic* (Mistisizm ve mantıkta matematik çalışması). New York: Doubleday.

Schliemann, A. D., Carraher, D. W., & Ceci, S. J. (1997). Everyday cognition (Günlük bilişsellik). J. W. Berry, P. R. Dasen, & T. S. Sarawathi versiyonu. *Handbook of cross-cultural psychology* (2. baskı) cilt 2: Basic processes and developmental psychology. Boston: Allyn & Bacon sayfa 177-215.

Schmittau, J. (2003) Cultural historical theory in mathematics education (Matematik eğitiminde kültürel ve tarihsel teori). A. Kozulin, B. Gindis, V. S. Ageyev & S. N. Miller versiyonu. *Vygotsky's educational theory in cultural context* (Kültürel bağlamda Vygotsky'nin eğitim teorisi). New York: Cambridge Üniversitesi Yayınları, sayfa 225-245.

Schwartz, L. (2001). *A mathematician grappling with his century* (Yüzyılı ile uğraşan matematikçi) Basel: Birkhauser.

Slocum, J., & Sonneveld, D. (2006) Ç *The 15 puzzle* (15 bilmecesi). Beverly Hills, Calif.: Slocum Puzzle Foundation.

Tobias, S. (1993). *Overcoming math anxiety* (matematik endişesinin üstesinden gelmek). New York: W. W. Norton.

Treisman, U. (1991). Studying students studying calculus: A look at the lives of student mathematicians (Öğrenciler için çalışma, hesap için çalışma: öğrenci matematikçilerin hayatına bir bakış). *College Mathematics Journal* 23, 362-372.

Umland, K. (2006). Kişisel iletişim. New Mexico Üniversitesi, Matematik ve İstatistik Departmanı.

Umland, K. ve Hersh, R. (2007). Mathematical discourse: The link from pre-mathematical to fully mathematical thinking (Matematiksel söylem: Ön matematikten tam matematiksel düşünceye bağlantı). *Philosophy and Education* 19, 1-10.

Walkerdine, V. (1997). Difference, cognition and mathematics education (Farklılık, bilişsellik ve matematik eğitimi). A. B. Powell & M. Frankenstein versiyonu. *Ethnomathematics: Challenging Eurocentrism in mathematics education* (Etnik matematik: Matematik eğitiminde Avrupa merkezci başarı). Albany, N. Y.: State University of New York Press, sayfa 223-246.

Zaslavsky, C. (1996). *The multicultural math classroom* (Çokkültürlü matematik sınıfı). Portsmouth, N. H.: Heinemann.

Sonuç

Matematiksel hayatın çeşitli açıları etrafındaki turumuzu ve seyahatimizi tamamladık. Çocuklar ve öğrenciler için matematiksel hayatın başlangıcına baktık. Daha sonra modern toplumun yegâne alt kültürü olarak onun göze çarpan özelliklerine çalıştık. Bir tarafta ona kendini adayanlara teselli ve sığınacak bir yer sağlamak için yeteneklerini gördük. Diğer tarafta izolasyon ve bazı ender durumlardan kesin deliliğe dek uzanan bir tuhaflığa izin veren tehlikelerini gördük. Bir sonraki aşamada matematiksel topluluğu bir arada tutan bazı yapılanmaları inceledik. Bir bölümde arkadaşlıklar, bir bölümde topluluklar ve bir bölümde yaşlanma ele alındı. Sonra son iki bölüm eğitim, öğrenme ve örgün öğretim konularına eğildi.

Matematiksel hayata bu tür geniş ve kapsayıcı bir bakış, bir teori kanıtlama veya değer telkin etmeyi hemen hemen hiç hedeflememiştir. Fakat bazı önemli konuları işaret edebiliriz. Birisi açık fakat sıklıkla üstünden geçilen psikolojik gerçektir: matematiksel iş, diğer zihinsel veya sanatsal işler gibi derinlemesine duygusal bir iştir. Yoğun motivasyona dayanır; gurur ve hayal kırıklığıyla beraber, mutluluk ve keder getirir.

Açıklık ve kesinlik hakkındaki bazı duygular ve uzun çözülmemiş problemlere cevabın uğraşısı matematiğe özgüdür. Diğer duygular disiplinler arasında paylaşılır. Ödül ve ün yarışının rahatsızlığı gibi akıl hocalığının zevki, öğretmenin zorluğuna karşı elde edilen başarı ve kişiyi koruyan bir topluluğa katılmanın ödüllerini içerir. Matematikçinin bilim adamları ve sanatçılarla paylaştığı bir duygu olan keşfetmenin zevki Paul Halmos tarafından övülmüştür: "Aniden geçmişteki bir gizi öğrenmenin

zevki ve şimdiye kadar bilinmeyen bir gerçeği aniden keşfetmenin hazzı benim için aynıdır – her ikisi de aydınlanmanın ışığı, neredeyse inanılmaz derecede artan vizyon ve haz ve açığa çıkmış gerilimin coşkusu ve zindelik hissine sahiptir."[1] Fakat matematikçiler, onu hatırlayan ve ödüllendirilen birçok çok ünlü katkıların olduğu meslekleri içinde, bilhassa yetersizlik anlayışına karşı saldırı ve tehlikelere açıktır.

Uygulamalı matematikçi Fern Hunt şöyle der, "Gerçekte ne kadar iyi olduğunuz fark etmez, sizi cebinden çıkaracak biri vardır... Bu ve birçok insanın başına matematiğin hem içinde hem dışında büyük derecede kaygıya sebep olan felaketler getiren bir alandır."[2]

Daha önce bu kitapta, Courant Enstitüsü'nde danışman ve insan hakları suiistimaline karşı çıkan matematikçiler arasında bir lider olan Lipman Bers ile karşılaşmıştık. Bu duygularını bir röportajda açıklamıştır.[3]

Soru: Matematiğin zalim bir iş olduğunu söylerken, standartların yüksek olmasını mı kast etmiştiniz?

Bers: Standartlar yüksek ve siz hiçbir zaman başaracak mısınız, başaramayacak mısınız bilmezsiniz. İlk önce profesörlerinizi anlayıp anlayamayabileceğinizden korkarsınız. Daha sonra bir tez yazıp yazamayacağınızdan korkarsınız.

Bers'e daha sonra, şüphelere rağmen sonunda birinin başardığının farkına varıp varmadığını sorarlar. Cevabı şöyledir, "Bir şey yaptıysanız, evet. Hiçbir şey bu zevkle karşılaştırılamaz! Fakat daha sonra endişe etmeye başlarsınız – bunu bir daha yapabilecek misiniz?"[4]

Sürekli açıklığın ve gelecekteki birçok matematikçinin cazip bulacağı inceliğin çekiciliğinden bahsettik. Matematiğin fizik, mühendislik, biyoloji ve diğer disiplinler için faydalılığı da büyük bir motivasyon ve gelecek matematikçiler için büyük bir memnuniyettir.

Anlam bulanıklığı, çelişki ve paradoks matematikte bir mirastır. Hayat iki anlamlı ve çelişkilidir. Matematik hayatın bir

parçasıdır. Matematiğin felsefesi tüm matematiksel durumu – içerik olduğu kadar işlemi – tanımladığından ötürü, doğal olarak iki anlamlı olacaktır. William Byers'in yazdığı gibi, "Mantık bir yönde hareket eder; bu hareket açıklık, ahenk ve yapının yönündedir. Anlam bulanıklığı diğer yönde hareket eder; bu hareket ise değişkenlik, açıklık ve açığa çıkma yönündedir. Matematik bu iki kutup arasında bir o yana bir bu yana hareket eder... Matematiğe bu gücü veren bu iki farklı açı arasındaki etkileşimdir."[5]

Matematiksel kültür sadece bilinen sonuçları içermez, teoremler ve açık problemleri de içerir. Bu tür zorlukların üstesinden gelmek Bers'in açıkladığı bazı duygulara da yol açar – şüpheler ve sorular, bir sonuca ulaşmanın zevki de vardır. Problemlerde anlam bulanıklığı olabilir. Bunlar üzerinde çalışmak, birinin bu belirsizliğin gerilimi ile yaşamasını gerektirir. Matematikçiler, sürüncemede kalan bazı hipotezleri yeniden çözmek için kahramanlarından birinin zorlu yolculuğu hakkında hikâyeleri sevgiyle anıp el üstünde tutarlar. Bu tür hikâyeler matematiksel tarih ile kültürün bir parçası olarak yeniden ve yeniden anlatılır.

Bu kitaptaki güçlü tema, bir taraftan tek bir amacı olan derinliğe dalma ve diğer tarafta zihinsel ve duygusal düşünce özgürlük arasındaki denge ihtiyacıdır. Matematiğin çekiciliğinin bir parçası onun açıklığı, estetik albenisi, incelik ve kesinliğidir. Fakat bu yönlerdeki toplam dalma, mizahtan, sevecenlikten ve dokunmanın hafifliğinden yoksun bir öğretme stiline götürür. Aynı zamanda saplantıya yatkın kişiler için tehlike oluşturur. Birçok matematikçi için zihinsel işlerine dalma, arkadaş ve aile veya müzik ve doğa sevgisi ile desteklenir. Göttingen ve New York'taki müzisyenler loncasını ve birçok yürüyüşçü, yüzücü, tenis oyuncusu, kelebek toplayıcısı, müzik ve şiir aşığını düşünürüz.

Bu işin ikinci sonucu, birey ve yalnız olma görüntüsüne rağmen, matematiksel hayat duygusal olduğu kadar sosyaldir. Prob-

lem çözme, teori kurma ve pratik uygulama gibi matematiksel işin her küçük parçası, anlamını ve değerini onun ilgisinden ve matematiksel topluluğa ile daha büyük bir topluma uygunluğundan alır. Bu tanıma, uç noktada bir akademik fildişi kulesi olarak ve sosyal açıdan yönlendirilmiş bilginlerin ve halkın geniş kesiminin endişeleriyle bağlantısı olmayan kapalı bir alt kültür olarak matematiğin klişelerine aykırı düşer. Irk, cinsiyet, yaş ve ödül yarışmaları ile ilgili tartışmalara bakarak, matematiksel hayatın çağdaş kültürün zorluk ve çatışmaları ile karıştırıldığını görürüz. Aynı zamanda matematiğe dalma savaştan, zulüm ve haksızlığa karşı geçici bir liman sağlar.

Çünkü matematik sosyaldir, matematiksel hayat için her zaman etik bir yön vardır. Diğerlerini etkilediğiniz şeyler yardımcı veya zararlı olabilir. Genel olarak okul, üniversite ve hatta şirket veya bürokrasinin bir parçası olarak, matematikçi de herkes gibi rekabetçi veya işbirlikçi, yapıcı veya yıkıcı, yardımcı veya zararlı olabilir. Matematik daha büyük topluluğa bütünsel olarak – finansal, politik ve ideolojik olarak – bağlandığından, matematikçinin kendi profesyonel topluluğu – düşünce özgürlüğü için veya ona karşı, sosyal gelişme ve insani sosyal yardımlaşma – içinde oynadığı rol sosyal hayatın diğer başka alanlarına uygulanan aynı etik yargılamalara konu olur.

Fizikçiler, biyologlar ve mühendisler ile işbirliği içinde olan uygulamalı matematikçiler gerçek dünya koşullarında yaptıkları işin yararsızlığı konusunda yargılanırlar. Tahribatın komplike metoduna katkı sağlayacaklar mı? Ya da yaptıkları iş insanoğlunun yararına mı kullanılacak?

Matematikçilerin özel aktiviteleri öğretme ve araştırmadır. Bir öğretmen için temel soru, öğrencileri için ne yaptığı sorusudur: Birçok genç öğrencinin bu titiz disiplin ile yüz yüze geldiğinde hissettiği ötekileştirmeyi yenmek için yardımcı oluyor musunuz? Çözüm baştan savma olduğunda kendi kafa karışıklığınızı paylaşıyor musunuz?

Matematik öğretmeye etik yaklaşımın bir parçası olarak, onu filtre gibi kullanmaya karşı olduğumuzu tartışmıştık. Matematik bilgisi mühendislik için yerindedir. Fakat tıp gibi alanlar için gelecekteki doktorları seçmek için daha uygun yollar vardır.

Matematiksel araştırmacılar için etik endişeler nelerdir? Bill Thurston matematiksel araştırmanın amacının, sadece adınızın ilişkilendirildiği teoremleri ve kanıtları yığmak değil matematiği ileri götürmek olduğunu söyler. Yeni keşifleri kendinizi ve başkaları için mümkün kılıyor musunuz?

Sanatçılar gibi kendisini başkalarının üzerinde gören G. H. Hardy gibileri için, bir bestekâr veya yazar gibi takdir edilme uygundur. Kalabalıkla kalıyor musunuz? Ya da popular veya kabul edilen akımdan uzakta kendi vizyonunuz nereye götürürse onu mu izliyorsunuz? Fazla zaman veya çaba harcamadan garantili bir maaş için kolay bir ürün vermeyi mi seçiyorsunuz? Ya da yeteneğinizin olduğu en arzu edilen proje için mi yol alıyorsunuz?

Matematik insan düşüncesinin geniş kiliminin bir parçasıdır. Sanatın ve bilimin diğer parçaları gibi, kalıp, harmoni, oran ve uygulama için bir araştırmadır. Tehlike ve hayal kırıklığı, mantıksız ve imkânsız talepler sunar. Yoğun ve unutulmaz zevkler ve memnuniyetler de sunar. Hayal kırıklığı ve memnuniyet, tehlike ve zevk, hepsi derinden talepkâr ve tatminkâr dünyanın bir parçasıdır.

Kaynakça

Albers, D. J., Alexanderson, G. L., & Reid, C. (Eds.) (1990). *More mathematical people: Profiles and interviews.* Boston: Birkhäuser.

Byers, W. (2007). *How mathematicians think: Using ambiguity, contradiction, and paradox to create.* Princeton, N. J.: Princeton University Press.

Halmos, P. R. (1985). *I want to be a mathematician.* New York: MAA Spectrum, Springer-Verlag.

Henrion, C. (1997). *Wowen in mathematics: The addition of difference.* Bloomington, Ind.: Indiana University Press, s.226.

Thurston, W. (2005). On proof and progrees in mathematics. In R. Hersh (Ed.). Unconventional essays on the nature of mathematics. New York: Springer.

Biyografiler

NOT: Bu bölümde iyi tanınmayan bazı ilginç insanlar hakkında bazen daha fazla detaya indik. Ve çok ünlü matematikçilere ait kısa ve öz anlatımlar seçtik. (Bu biyografiler, bu kitapta bahsedilen herkese ait geniş kapsamlı bir liste değildir.)

Bilgilerin çoğu internette yapılan araştırmalardan sağlanmıştır. Google'a, vazgeçilmez web-siteleri Wikipedia, (St. Andrews Üniversitesi'nden J. J. O'Connor ve E. F. Robertson tarafından yazılan ve düzenlenen) MacTutor ve (Scott W. Williams tarafından sağlanan) Afrika Diasporası Matematikçilerine teşekkür ederiz.

Ralph Abraham (1936-) 1960 ve 1970'lerde dinamik sistemler teorisinin gelişmesine aktif olarak katkıda bulunan Birleşik Devletlerden matematikçi.

Jean d'Alembert (1717-1783) Diferansiyel eşitlikler ve bunların fizikte kullanımı çalışmasının öncülerinden Fransız matematikçi. Sıvıların denge ve hareketleri üzerine çalışmıştır.

P.S. Aleksandrov (1896-1982) Uzun kariyeri boyunca 300 sayfalık bilimsel çalışma yayınlayan Rus topolojist. 1925 ve 1929 arasında temel makalelerinin bir serisinde homoloji teorisinin temellerini atmıştır.

Richard D. Anderson (1922-2008) Birleşik Devletlerden Robert Lee Moore'un öğrencisi olan matematikçi. Çalışması ilk önce kontinuanın geometrik topolojisi merkezindeydi. Sonradan sonsuz boyutlu topolojinin gelişmesinde öğrencileri ile birlikte geniş ölçüde sorumluluk almıştır.

Arşimet (M.Ö. 212-M.Ö. 287) Klasik dönemde seçkin dahi fizikçi ve matematikçi.

Vladimir I. Arnold (1937-2010) Moskova Eyalet Üniversitesi'nde henüz Andrei Kolmgorov'un genç bir öğrencisiyken Hilbert'in 13. problemini çözmüş Rus matematikçidir. Bundan sonra farklı matematik disiplinlerine şaşılacak sayıda temel katkı sağlamıştır

Micheal Atiyah (1929-) 20. Yüzyılın en büyük geometricilerinden biri olarak tanınan Lübnan asıllı İngiliz matematikçi. 1960'larda Isadore Singer ile ürettiği Atiya-Singer indeks teoremi matematiğin bazı dallarının ilerlemesine neden olmuştur. Daha önce Friedrich Hirzabruch ile birlikte cebirsel topolojide, topolojik K teorisi olarak geçen başlıca başka bir çalışmanın temelini atmıştır. Bu çalışmalar, Riemann-Roch teoreminin çalışmaları esnasında Alexander Grothendieck'e esin kaynağı olmuş ve cebirsel K teorisini geliştirmiştir.

John Carlos Baez (1961-) Kaliforniya Üniversitesi'nden Amerikalı matematiksel fizikçidir. Halka kuantum çekimi ve fizikte daha yüksek kategorilere bunların uygulaması gibi çalışmalarla tanınmaktadır. Kardeşi Joan ünlü bir şarkıcıdır.

Stefan Banach (1892-1945) Modern fonksiyonel analizi kuran Polonyalı matematikçidir. Topolojik vektör uzayları, ölçüm teorisi, integrasyon ve ortogonal seriler konularında belli başlı katkılar yapmıştır.

Henri Baruk (1897-1999) Fransız nöropsikiyatrist. Baruk çocukluğunu, babasının müdür olduğu akıl hastanesinde, hastaların arasında geçirmiştir.

Edwin Beckenbach (1906-1982) 1948'de UCLA'da Sayısal Analiz Enstitüsü'nün yaratılışı için katkılarda bulunmuş Birleşik Devletler matematikçisi. Buradaki SWAC bilgisayar makinesi dünyadaki en güçlü yarın düzine bilgisayardan bir tanesiydi. UCLA'da bu makineyi bir araya getiren matematikçilerin tümü dünyada tanınır.

Edward Griffith Begle (1914-1978) Okul Matematiği Çalışma Grubu'nun (School Mathematics Study Group – SMSG) müdürü olan Birleşik Devletler matematikçisi. Bu grup genel olarak "yeni matematik" geliştirme üzerine çalışmıştır.

Eric Temple Bell (1883-1960) İskoç kökenli Amerikalı sayı teorisyeni ve özgeçmiş yazarı. Matematiğin Adamları (Men of Mathematics) isimli matematiksel biyografiler koleksiyonu kitabı dünya çapında okunmuştur.

Felix Bernstein (1878-1956) 1907'den 1934'e dek Göttingen'de öğretim veren Alman istatistikçi ve matematikçi. 1921'de Matematiksel İstatistik Enstitüsü'nü kurdu. 1934'de Birleşik Devletlere göç etti. 1948'de Göttingen'e geri döndü. 1897'de Cantor'un seminerindeyken, kümelerin eşitliği üzerine ünlü bir teorem yayımladı.

Lipman Bers (1914-1993) Riemann yüzeyleri üzerine çalışmalar yapmış Letonya asıllı Amerikalı matematikçi. 1938'de Prag Üniversitesi'nde Charles Loewner denetiminde mastır yaptı. Üniversite öğrencilerinin en sevdiği ve hayran kaldığı bir danışmandır ve uluslararası arenada insan hakları adına göze çarpan bir savunucudur.

Abram Samoilovitch Besicovitch (1891-1970) St. Petersburg Üniversitesi'nde A. A. Markov altında çalışmış Rus Yahudi matematikçi. 1916'da evlenip Rus Ortodoks Kilisesi'ne bağlanarak Doğu Ortodoks dinini seçti. 1924'te Kopenhag'ta Harald Bohr ile bir arada, şu an kendi ismiyle anılan periyodik fonksiyonlar üzerine çalıştı. 1927'de Cambridge'e taşındı. Burada 1958'de emekli olana dek Rouse Ball Matematik başkanlığı yaptı. Kakeya iğne problemi ve Hausdorff-Besicovitch ebatları gibi gerçek analiz üzerine başlıca kombinasyonel metotlar ve sorular üzerine çalıştı.

Enrico Betti (1823-1892) Pisa Üniversitesi'nde öğretim veren İtalyan matematikçi. Cebir ve topolojiye yaptığı katkılarla tanınır. Potansiyel teori ve esneklik konularında teorik fizikte de ciddi çalışmalar yaptı.

R. H. Bing (1914-1986) Robert Lee Moore'un öğrencisi Birleşik Devletler matematikçisidir. Genel topoloji, düzlemsel kümeler üzerine çalışmaları vardır.

George David Birkoff (1884-1944) Chicago ve Harvard'da öğrenim görmüş Amerikalı matematikçi. 1931'de kanıtladığı ergodik teorem en önemli çalışmasıdır.

Joan S. Lyttle Birman (1927-) Amerikalı matematikçi. Uçak endüstrisindeki sistem analizcisi olarak çalıştığı yıllardan sonra, üç çocuk büyütmek için işine ara verdi. 1961'de Wilhelm Magnus ile çalışmaya başladıktan sonra 1968'de Courant Enstitüsü'nün Matematiksel Bilimler departmanı için mastır hakkı kazandı. Birman'ın matematiksel işi bant, düğüm, yüzey haritalandırma, 3'lü borular gibi az ebatlı topoloji hakkındadır.

David Blackwell (1919-2010) Kaliforniya Üniversitesi'nden emekli istatistik profesörü ve Rao-Blackwell teorisinin isim babalarından biridir. 1965'te Ulusal Bilimler Akademisi'nde resmen göreve başlayan ilk Afro-Amerikalıdır. David Blackwell kendisine en büyük memnuniyeti veren işin sonsuz oyunlar ve analitik kümeler olduğunu söylemiştir. Kuratowski redüksiyon teoremini oyun teorisi ve topoloji ile birleştiren bir oyun teorisi kanıtı bulmuştur.

André Bloch (1893-1948) Bloch teorem olarak adlandırılan tekdeğerli fonksiyonlar hakkında bulduğu sonuçla hatırlanan Fransız matematikçi. Tüm matematik faaliyetlerini, cezai ehliyeti olmadığı için kapatıldığı enstitüde üretmiştir.

Lenore Blum (1942-) Carnegie-Mellon 'da öğretim veren Birleşik Devletlerden matematikçi ve mantıkçı. İşini şu şekilde açıklamıştır: "Hesap ve fiziğin matematiğinin devamlılığı fakat bu uzay-zaman ile uğraşan hiçbir ölçüm teorisi olmamıştır."

Ralph Philip Boas, Jr. (1912-1992) Northwestern Üniversitesi'nde çalışmış matematikçi, öğretmen ve basım editörü.

Gerçek ve kompleks analiz alanlarında 200 sayfalık çalışması vardır.

Harald Bohr (1887-1951) Dirichlet serileri üzerine çalışan ve sayı teorisine analizi uygulayan Danimarkalı matematikçi. Olimpik madalya (1908'de Danimarka futbol takımında oynadı) kazanan tek matematikçi. Büyük fizikçi Niels Bohr'un erkek kardeşidir.

Béla Bollobàs (1943-) Cambridge'deki Macar asıllı İngiliz grafik teorisyeni. 1967'de soyut geometride doktora kazanmasının ardından, I. M. Gelfand ile Moskova'da bir yıl harcadı. Ve sonra 1972'de Cambridge'de fonksiyonel analiz konusunda ikinci bir doktora yaptı.

Jànos Bolyai (1802-1860) Gauss ve Lobatchevsky ile birlikte Öklid dışı geometrinin ünlü üç kâşifinden biri olan Macar matematikçi.

Nicholas Bourbaki Fransız matematikçilerin anonim takma adı. 1935'de kuruldu ve 1950 ve 1960'lar boyunca saf matematik alanında egemen oldu.

L. E. J. Brouwer (1881-1966) Topolojik sabit nokta teoremi ile bilinen Hollandalı matematikçi. Açık kanunlarla yönetilen zihinsel yapıların formülasyonu gibi matematiği inceleyen matematiksel sezgiciliğin prensiplerini kurdu.

Felix E. Browder (1927-) Elips biçimindeki kısmi diferansiyel eşitlikler üzerine çalışmasıyla tanınan Birleşik Devletler matematikçisi. Matematikçi William ve Andrew Bowder'un erkek kardeşidir. 1948'de Princeton Üniversitesi'nden doktora derecesi aldı. 1999 Ulusal Bilim madalyasının sahibidir. Amerikan Matematiksel Topluluğu'nun 1999-2000 yılları arasında başkanlığını yaptı.

Justine Bumby Alexandre Grothendieck ile birlikte yaşayan Birleşmiş Devletler matematikçisi. Oğulları John Grothendieck istatistikçidir.

Georg Cantor (1845-1918) Bazılarına göre matematiğin temellerinin atılması olarak düşünülen küme teorisini kuran Alman matematikçi. Matematikte sonsuz asal ve sıra sayısı kavramlarını tanıtmıştır.

Lazare Nicolas Marguérite Carnot (1753-1823) Geometrici olarak bilinen Fransız matematikçi. 1803'te, geometride ilk defa sistematik olarak kullanılan yönlü büyüklüklerin olduğu Géométrie de Position isimli kitabı yayımlanmıştır.

Henri Cartan (1904-2008) Analitik fonksiyon, bağlam teorisi, homolojik teori, cebirsel topoloji ve potansiyel teori konularında çalışmış ve tüm bu alanlarda göze çarpıcı gelişmeler yapan Fransız matematikçi.

Pierre Cartier (1932-) Fransız matematikçi ve Borbaki grubunun bir üyesidir. 1983'te emekli olana dek bu grupta kaldı. "Bourbaki ile birlikte tüm bu zamanlarda yılda 200 sayfalık katkıda bulundum" demiştir.

Mary Cartwright (1900-1998) Diferansiyal eşitliklerde uzman İngiliz matematikçisi. Slyvester madalyasını alan ve Kraliyet Topluluğu Konseyi için çalışan ilk kadındır. 1961-1962 yılları arasında Londra Matematiksel Topluluğu'nun başkanlığını yapmıştır, o günden bu yana başkanlık yapan ilk kadındır. Cartwright, bir konunun kalbine gitmek, hem matematik hem de insani ilişkilerde önemli noktaları görmekte doğuştan şanslı olmuştur.

Augustin-Louis Cauchy (1789-1857) Gerçek ve kompleks sayılarda analiz çalışmaları ve permütasyon gruplarının teorisi konularında öncülük etmiş Fransız matematikçi. Sonsuz serilerin yakınsaklığı ve ıraksaklığı, diferansiyel eşitlikler, determinantlar, olasılık ve matematiksel fizik konularında da çalışmıştır.

Arthur Cayley (1821-1895) Cambridge Üniversitesi'nde görevli İngiliz matematikçi. En önemli çalışmaları cebir matrisleri ve Öklid dışı ve çoklu ebat geometrisidir.

N. G. Chebotaryev (1894-1947) Odessa ve Kazan'da öğretim veren Rus matematikçi. Yoğunluk teoremi, Hilbert'in 9. Probleminde Emil Artin tarafından kullanılmıştır (karşıtlık teorisinin en genel kanunu).

Pafnuty Lvovich Chebyshev (1821-1894) Olasılık, istatistik ve sayı teorisindeki çalışmaları ile tanınan Rus matematikçi. Rus matematiğinin kurucuları arasında gösterilmektedir. Öğrencileri arasında Dmitry Grave, Aleksandr Korkin, Aleksandr Lyapunov ve Andrei Markov bulunmaktadır. Matematiksel Soybilim Projesine göre, onun nesline göre 5000 matematiksel oğlu bulunmaktadır.

Shiing-Shen Chern (1911-2004) Çin asıllı Amerikalı matematikçi. 20.yüzyılda diferansiyel geometri konusunda liderdir.

Claude Chevalley (1909-1984) Bourbaki'nin kurucu üyelerinden Fransız matematikçi. Daire ve grup teorilerinde önemli ölçüde etkili olmuştur.

William Schieffelin (1908-1967) Birleşik Devletler matematikçisi. Haftada 18 ile 21 saat arası ders verip araştırmacı olarak da çalışmıştır. Aynı zamanda Howard Üniversitesi'nde matematik departmanı başkanlık yapmıştır.

Paul Cohen (1934-2007) Küme teorisinde kuvvet diye isimlendirdiği yeni bir teknik bulan Birleşik Devletler matematikçisi. Bu yeni tekniği, aksiyom seçiminin bağımsızlığını ve yaygın süreklilik hipotezini kanıtlamak için kullanmıştır. Profesyonel hayatının büyük bölümünü Standford Koleji'nde harcamıştır.

Zerah Colburn (1804-1839) Birleşik Devletlerde 19.yüzyılın ünlü çocuk dâhisidir. Cabot, Vermont'ta doğdu ve Londra'da Westminster Okulu'nda eğitim aldı. 7 yaşına dek zihinsel olarak diğerlerine göre geride kaldığı düşünülmüştür. 7 yaşındayken 38 yıl 2 ay ve 7 günde kaç saat olduğunu hesaplaması 6 saniye sürmüştür.

Jere Confrey Washington Üniversitesi'nde matematik eğitimi veren Birleşik Devletler kadın matematikçisi. Austin'deki Texas Üniversitesi'nde ortaokul matematiği ve bilimi öğretmen hazırlama programı UTEACH'ın kurucularındandır. Holyoke Dağı Koleji'nde genç kadınlar için yaz matematiği programının ve öğretmenler için yaz matematiği programının kurucuları arasındadır.

John Horton Conway (1937-) Şimdilerde Birleşik Devletlerdeki Princeton Üniversitesi'nde olan İngiliz matematikçi. Grup teorisine önemli katkılarda bulunmuştur. Aynı zamanda sürreal sayılar teorisini yaratmıştır. Ve düğüm teorisi, sayı teorisi, oyun teorisi kuadratik oluşumlar, kodlama teorisi ve yelpaze teorisi konularında önde gelen araştırmaları vardır.

Richard Courant (1888-1972) Göttingen'deki Matematik Enstitüsü'nün yıllarca liderliğini yapmış Alman asıllı Amerikalı matematikçi. Enstitünün Hitler tarafından yıkıma uğratılmasından sonra New York'a gitmiştir. New York Üniversitesi'nde Matematiksel Bilimler Enstitüsü'nü kurdu. Bu enstitü araştırma konusunda lider bir konuma geldi. 1964'ten sonra bu enstitüye Courant Enstitüsü adı verildi.

Harold Scott MacDonald Coxeter (1907-2003) Cambridge'den mezun olan Kanadalı matematikçi. Neredeyse tüm hayatı boyunca Kanada'da çalışmıştır. Polytopes teorisi, Öklid dışı geometri, grup teorisi ve kombinasyonlar konularında büyük katkı sağlayarak genel olarak geometri üzerine çalışmıştır

Crafoord Prize İlk 1980'de İsveçli sanayici Holger Crafoord ve karısı Anna-Greta Crafoord tarafından verilen bilim ödülü. İsveç Kraliyet Bilimler Akademisi'ne başvurarak, ödül uluslararası temel araştırmalara verilmeye başlandı. Astronomi, matematik, jeolojik bilimler, biyolojik bilimler ve ekoloji ve Holger Crafoord'un son yıllarında ıstırap çektiği poliartrit hastalığı ile ilgili alanları kapsamaktadır. Ödül İsveç kralı tarafından sunulmaktadır (kral Aralık Nobel ödülleri töre-

ninde ödülleri sunmaktadır). Ödül toplamı 2007'de 500 000 $ ödül kazananının araştırmalarına fon olarak verilmektedir.

Mihaly Csikszentmihalyi (1934-) Kaliforniya, Claremont'taki Claremont Üniversitesi'nde psikoloji profesörlüğü yapan Macar asıllı Amerikalı psikolog.

George Dantzig (1914-2005) Birleşik Devletler matematik profesörü. Lineer programlamanın tek yönlü metodu üzerine yaptığı çığır açıcı çalışmaları, sistem mühendisliğinin kurulmasında büyük rol oynamıştır. Bu çalışmaları, network tasarımı ve bilgisayar, mekanik ve elektrik mühendisliğinde bileşke tasarımı konularında geniş bir şekilde kullanılmaktadır.

Tobias Dantzig (1884-1956) Baltık-Alman-Rus-Amerikalı matematikçi. George Dantzig'in babasıdır. Matematik bilmeyen kişilere derin matematiği kolayca anlaşılabilir şekilde sunan mükemmel bir kitap olan Number: The Language of Science isimli eserin yazarıdır.

Joseph Dauben Birleşik Devletler matematik tarihçisi. Georg Cantor ve Abraham Robinson hakkındaki kitapların yazarıdır.

Harold Davenport (1907-1969) Sayı teorisi üzerine geniş ölçüde çalışmaları olan İngiliz matematikçisi. G. H. Hardy ve J. E. Littlewood'un matematiksel analiz okulları için başarı sağlayan bir gruba 1950'den beri liderlik yapmıştır. Fakat analitik sayı teorisine daha fazla kendini adamıştır. Bu problem çözme ve güç analizi beraberinde getirmiştir. Klaus Roth ve Alan Baker'ın bununla ne yapılacağını gösterdiği en göze çarpan çalışması diofantin yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, İngiliz kanalı boyunca daha sonra aktif olan, Bourbaki'nin soyutlamasıyla keskin bir şekilde karşılaştırılan somut problemler üzerine vurgu yapar.

Chandler Davis (1926-) Lineer cebir ve Hilbert'in uzayında işlemci teori üzerine araştırmaları olan Kanadalı-Amerikan matematikçi. 1946'da Astounding Science Fiction isimli eseri

ile yazı kariyerine başlamıştır. Toronto Üniversitesi'nde uzun süren fakülte üyeliği yapmıştır ve The Mathematical Intelligencer'ın editörüdür.

Karel de Leeuw (1930-1978) Standford Üniversitesi'nden Birleşik Devletler matematikçisi. Harmonik ve fonksiyonel analiz üzerine uzmanlaşmıştır. 1954'te Emil Artin'in denetiminde Princeton Üniversitesi'nde doktora yaptı. 19 yıl boyunca Standford'da doktora öğrencisi Theodore Streleski tarafından öldürüldü.

Pierre Deligne (1944-) Grothendieck'in öğrencisi olan Belçikalı matematikçi. Grothendieck'in felsefesinin motiflerini, cebir geometrisi ve aritmetiği gibi bazı konuların ardındaki itici güç olmuştur. Deligne, değişkenlerin kohomolojisi konusuna yeni bir anlayış getirmiştir.

Jean Delsarte (1903-1968) Fransız matematikçi. Periyodik fonksiyonlar ve öteleme işlemcileri üzerine yaptığı çalışmalarla bilinen Bourbaki üyesidir. Büyük güç ve orijinalliğin analizcisidir.

Abraham de Moivre (1667-1754) Fransız matematikçi. Moivre formülü ile ünlüdür. Bu formül kompleks sayılar ve trigonometriyi birbirine bağlar Ayrıca normal dağılım ve olasılık teorisi ile ilgili yaptığı çalışmalarla da ün kazanmıştır. Anne babası Protestan'dı. 1598'den beri Frabsa'da ibadet özgürlüğü Nantes Fermanı ile garanti altına alınmıştı. Fakat 1685'te 14. Louis, Fransız Protestanları sınır dışı ederek fermanı kaldırdı. De Moivre hapse atıldı, fakat sonunda İngiltere'ye göç edebildi. İngiltere'de bir yabancı olarak üniversitede bir pozisyon sahibi olamadı, fakat yaşamını verdiği özel derslerden kazandığı parayla geçirdi. Bununla beraber, Isaac Newton, Edmund Halley ve James Striling ile arkadaş oldu ve Kraliyet Topluluğu'nun meslektaşı seçildi. Newton, onu, genelde bulunduğu kahve dükkânına, her gece felsefi konularda ayrıntılı bir şekilde konuşmak için davet ederdi.

Augustus De Morgan (1806-1871) Metodunu sert temellere koyarak matematiksel indüksiyon kavramını tanımlayan ve tanıştıran İngiliz matematikçi ve mantıkçı.

René Descartes (1596-1650) Yaptığı çalışmalar modern felsefenin başlangıcı olarak görülen Fransız felsefeci. La Géométrie isimli kitabında cebrin sistematik uygulamasını geometriye taşımıştır ki bu eski çağlardan beri geometride ilk büyük gelişmeydi.

Jean Dieudonné (1906-1992) Bourbaki'nin kurucularından Fransız matematikçi. Bourbaki'nin metin serilerinin çoğunu tasarlamıştır. Nice Üniversitesi'nin dekanlığını yapmıştır.

James A. Donaldson (1941-) Birleşik Devletler matematikçisi ve Howard Üniversitesi dekanlığını yapmıştır. Diferansiyel eşitlikler ve uygulamalı matematik üzerine çalışmıştır.

Joseph Doob (1910-2004) Olasılığı matematiğin bir dalı olarak kurduğu en önemli çalışması ve bunun gelişimi üzerine devam eden derin etkisi ile Steele Ödülü'nü kazanmış Birleşik Devletler olasılıkçısıdır.

Johann Peter Gustav Lejeune Dirichlet (1805-1859) Alman matematikçi. 1837'de herhangi bir aritmetik ilerlemede ilk terimin fark ile hiçbir ortak faktörü olmadığını ve sonsuz sayıda bazı asal sayılar olduğunu kanıtladı.

Underwood Dudley (1937-) Birleşik Devletler'deki De Pauw Üniversitesi'nde matematik profesörü.

Freeman Dyson (1923-) İngiliz asıllı Amerikalı fizikçi ve matematikçi. Richard Feynman'ın Feymann metodunu yaratması için onunla işbirliği içinde çalıştı. Bilim ve sosyal problemler üzerine birçok kitabın yazarıdır.

Nikolai Vladimirovich Efimov (1910-1982) Rus geometricisi. Moskova Eyalet Üniversitesi'nin müdürlüğünü yapmıştır.

Samuel Eilenberg (1913-1998) Polonya asıllı Amerikalı matematikçi. 1952'de yayımlanan Foundations of Algebraic To-

pology adlı ünlü metini Norman Steenrod ile kaleme almıştır. O zamanlar homoloji teorisinin birçok farklı ve şaşırtıcı versiyonları vardı. Eilenberg ve Steenrod, geleneksel olarak yapıldığı gibi tekil nesneler (gruplar) üzerine yoğunlaşmak yerine, bu nesneler arasındaki yapı muhafaza edici gönderimler (yani morfizmler) üzerine yoğunlaştılar. Gruplar örneğinde bu gönderimler grup homomorfizmleridir. Bu şekilde farklı kategorileri funktorlar aracılığıyla ilişkilendirmek mümkündür. Funktorlar, bir kategorinin her nesnesini diğer kategorinin bir nesnesiyle ve bir kategorideki morfizmi diğerindeki bir morfizme ilişkilendiren fonksiyonların bir genelleştirmesidir. Sıkça topolojik uzayın temel grubu gibi "doğal yapılar" funktorlar şeklinde ifade edilebilir. Bunun ötesinde, bu tip yapılar "doğal bir bağıntıya" sahiptir ve bir funktoru diğerine ilişkilendirme yolu olan doğal transformasyon konseptine olanak tanınır. Eilenberg ikinci hayatını bir modern sanat koleksiyoneri ve erbabı olarak geçirdi.

Albert Einstein (1879-1955) Fiziksel gerçekliğin modern vizyonuna diğer tüm fizikçilerden daha fazla katkıda bulunmuş Alman fizikçi. Onun özel ve genel görelilik teorisi geniş çaplı evrenin en tatmin edici modelidir.

Paul Erdós (1913-1996) Soyut matematiğin yaratıcılarından ve savunucularından biri olan Macar matematikçi. Kombinatoriks, sayı teorisi ve diğer dallarda problemi hem yaratmak hem de çözmekte emsalsizdi.

Alexander Sergeyevich Esenin-Volpin (1924-) Rus-Amerikalı şair ve matematikçi. Sovyetler Birliği'nin kuruluşunda, insan hakları hareketinin liderlerindendi ve 14 yılını hapishanelerde ve sürgünde geçirmiştir.

Öklid (M.Ö. 325-265 Öklid'in geometri üzerine bilimsel eseri, The Elements, batılı matematik eğitiminde 2000 yılı aşkın bir süredir hüküm sürer.

Leonhard Euler (1707-1783) İsveçli matematikçi. Analitik geometri, trigonometri, geometri, hesap, sayı teorisi, akışkanlar dinamiği ve esneklik gibi alanlarda matematik ve fiziğe çok büyük katkılarda bulunmuştur.

Daniel Leonard Everett (1951-) Birleşik Devletler dilbilim profesörü. Amazonlu insanlar ve onların dilleri üzerine yaptığı Amazon Basin's Piraha isimli çalışması ile iyi tanınır.

Gerd Faltings (1954-) Aritmetik cebirsel geometri üzerine çalışmalarıyla tanınan Alman matematikçi. 1986'da Mordell sanısını kanıtlaması dolayısı ile Fields Madalyası ile ödüllendirildi.

Pierre de Fermat (1601-1665) Fransız avukat ve devlet memuru. Sayı teorisinde Fermat'ın Son Teoremi'ne yaptığı kısmi çalışmalar ve hesap ve olasılık gibi alanların kuruluşuna yaptığı önemli katkılar ile hatırlanmaktadır.

Fields Madalyası Uluslarası Matematik Topluluğu'nun her 4 yılda bir yapılan toplantısı olan Uluslararası Kongresi'nin 40 yaşını geçmemiş iki, üç veya dört matematikçiye verdiği ödül. Fields Madalyası bir matematikçinin alabileceği en büyük ödül olarak görülmektedir. 2006'da 15 000 $ (Kanada Doları) gibi parasal bir ödül ile verilir. John Charles Fields isimli Kanadalı matematikçinin iradesiyle temelleri atılmış bir ödüldür.

Ludwik (Ludwig) Fleck (1896-1961) Polonyalı tıp doktoru ve biyoloğu. Kolektif düşünce kavramını geliştirmiştir. Bu kavram bilimin ve bilimin sosyolojisi felsefelerinde önemlidir. Bilimsel fikirlerin zamanla nasıl değiştiğini açıklamaya yardım eder ve Thomas Kuhn'un sonraki paradigma değişimi görüşüyle ilgilidir. Bilimsel görüşlerin gelişimi tek yönlü değildir ve sadece bilginin yeni parçalarının kümülatifi değil, aynı zamanda eskilerin atılmasına dayanır.

Catherine Fosnot Birleşik Devletler kadın matematik eğitimcisi. Matematik eğitimine bilişsel psikolojinin güncel modelleri-

nin uygulanması en önemli çalışmasıdır. Fosnot ve meslektaşları gerçekçi problem durumları tasarlayarak öğrenicileri, ilk olarak onların yollarını gayrı resmi yollarla matematize etmeye davet etmişlerdir. Bu araştırmanın başlama noktasıdır. Dolayısı ile sınıflar, bilgiyle ilişkili öğrenciler ile çalışma atölyelerine dönmüştür. Bunun akabinde öğrenicilerin, akranları ile iletişim kurmaları ve kanıtlamaları sağlanmıştır.

Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830) Fransız matematiksel fizikçi. Isı difüzyonu kanunu olan kısmi diferansiyel eşitliklerinin yaratıcısıdır ve trigonometrik fonksiyonların sonsuz serileri ile bunu çözmüştür.

Hans Freudenthal (1905-1990) 1954 ve 1956 yılları arasında Lie gruplarının karakterleri üzerine çalışmış Hollandalı matematikçi. Daha sonra matematik tarihi ve matematiksel eğitim konularına geçmiştir. Tüm dünyada matematiksel eğitimin gelişmesine büyük etkileri olmuştur.

Kurt Friedrichs (1901-1982) Alman asıllı Amerikalı matematikçi. Richard Courant ile Supersonic Flow and Shock Waves isimli çalışmayı yazmıştır.

Ferdinand Georg Frobenius (1849-1917) Berlin'de profesör olan Alman cebirci.

Dmitry Borisovich Fuchs (1939-) Kaliforniya Üniversitesi'nde profesör olan Rus asıllı Amerikalı matematikçi. Sonsuz-ebatlı Lie cebrinin temsillerinde öne çıkan araştırmalar yapmıştır. Moskova Eyalet Üniversitesi'nde profesörlük ve Musevi Üniversitesi'nde (Jewish People University) eğitmenlik yapmıştır.

Galieleo Galilie (1564-1642) Dikkatli ölçümler yaparak doğruluğunu kanıtladığı düşen cisimler kanunu formüle eden İtalyan bilim adamı. Ay kriterlerini gözlemlemekte kullandığı bir teleskop tasarlamıştır. Jüpiter'in etrafında gezen dört ayı keşfetmiştir ve Kopernik sebeplerinin destekleyicisi olmuştur.

Howard Gardner (1943-) Harvard Eğitim Okulu'nda bilişsel psikiyatrist. Çoklu zekâ teorileri ile tanınır. 1981'de Mac Arthur Ödülü'ne layık görüldü.

Carl Friedrich Gauss (1777-1855) Hem matematik hem de fizik alanında birçok farklı konuda çalışmış Alman matematikçi. Sayı teorisi, analiz, diferansiyel geometri, geodesi, manyetizma, astronomi ve optikler çalıştığı alanlardır. Birçok alanda çalışmaları büyük etki yaratmıştır.

David Hillel Gelernter (1955-) Yale Üniversitesi'nde bilgisayar bilimleri bölümünde profesör olan Birleşik Devletler bilim adamı. 1980'lerde, paralel bilgisayarcılık alanında çığır açıcı özgün katkılar sağlamıştır. 1993'te Gelernter, Theodore Kacynski tarafından posta ile gönderilen bir bomba ile ciddi derecede yaralanmıştır. Basında "Unabomber" adı verilen Kacynski o zamanlar tanınmıyordu fakat teknoloji karşıtı şiddet içerikli eylemler yapmıştır. Gelerner'in sağ eli ve gözü kalıcı olarak hasar görmüştür. 1997'de yayımladığı Drawing Life: Surviving the Unabomber isimli kitabında çetin sınavını kronolojik açıdan yazmıştır.

Israel Moisseevich Gelfand (1913-2009) 20. Yüzyılın en orijinal ve profili kayda değer matematikçilerinden biri olan Rus matematikçi. Matematik, uygulamalı matematik ve biyoloji konularında 500 sayfayı aşkın çalışma yayımlamıştır. Derin bir şekilde eğitimin içine girmiş ve tüm Sovyetler Birliği'ndeki öğrencilere zengin matematiksel deneyimler getiren bir okul açmıştır.

Paulus Gerdes Mozambikli matematik profesörü. Mozambik'teki Eduardo Mondlane Üniversitesi ve Pedagogica Üniversitesi'nde yıllarca profesörlük yapmıştır.1989-1996 yılları arasında rektörlük yapmıştır. Etnomatematik Araştırma Merkezi'nin müdürü ve Geometry from Africa, Women, Art and Geometry in Southern Africa ve Culture and Awakening of Geometrical Thinking isimli kitapların yazarıdır.

Marie-Sophie Germain (1776-1831) Sayı teorisi, akustik ve esneklik konularında büyük katkılar sağlamış kadın Fransız matematikçi. Bayanlara kapalı olan enstitülerde dışarıdan çalıştı.

Adele Gödel (1899-1981) Avusturalyalı Kurt Gödel'in eşi. Kurt Gödel'e yıllarca bakmış ve onu korumuştur. Onu etkisizleştiren felçten dolayı acı çekerken, acil ameliyata ihtiyacı olana dek Kurt Gödel kendini adamış olarak eşine baktı. Adele yaklaşık 6 ay boyunca hastanede kaldı. Gödel'in kendini koruması gerekiyordu ve zehirlenme korkusu onu aç kalmaya itti. 14 Ocak 1978'de öldü. Ölümünden sonra Adele, Kurt'un çalışma kâğıtlarını Institute for Advanced Study'e miras olarak verdi.

Kurt Gödel (1906-1978) Avusturyalı felsefeci ve mantıkçı. Onun tamamlanamayan teoremi, doğal sayıları içeren herhangi bir aksiyometik matematiksel sistemde, sistemin aksiyomları ile kanıtlanamayan veya aksi ispatlanamayan orantılar olduğundan bahseder. Advanced Sturdy Enstitüsü'nde Alber Einstein'ın yakın arkadaşı olmuştur.

Rebecca Goldstein (1950-) Birleşik Devletler romancısı ve felsefe profesörü. Altı roman, hikâyeler derlemesi ve matematikçi Kurt Gödel ve felsefeci Baruch Spinoza'nın biyografileri eserleri arasındadır.

Wayne Gould (1945-) Su do ku bilmecelerini popüler hale getirmesiyle tanınan Hong Kong'lu emekli yargıç. Global pazar için bilmeceler üreten Pappocom Sudoku olarak bilinen bilgisayar programını 6 yılda geliştirmiştir.

Evelyn Boyd Granville (1924-) Matematikte doktora yapan ikinci Afro-Amerikan kadın matematikçidir. Yale'deki Einar Hille'de öğrencilik yapmıştır. IBM ve Kuzey Amerika Havacılık'ta uygulamalı matematikçi olarak çalışmıştır ve Nashville'deki Fisk Üniversitesi, Los Angeles'taki Kaliforniya Eyalet Üniversitesi ve Texas'daki Texas Koleji'nde öğretmenlik yapmıştır. Üniversite eğitimi aldığı Smith Koleji 1989'da onu fahri doktora ile ödüllendirmiştir.

Mary Gray (1939-) Washington'daki Amerikan Üniversitesi'nden Birleşik Devletler istatistik profesörü. Yıllarca adı Kadın Ma-

tematikçiler Derneği (Association for Women in Mathematics – AWM) ile birlikte anıldı. Aynı zamanda insan hakları aktivistidir.

John W. Green (1943-) Robert Lee Moore'un öğrencisi Birleşik Devletler matematikçisi. Green, Oklahama Üniversitesi fakültesinde 15 yıl çalışmıştır. Texas Üniversitesi'nde doktora yaptı. Daha sonra Delaware Üniversitesi'nde 5 yıl eğitim verdi. Şu an E. I. DuPont'ta biyoistatistik araştırmacı olarak çalışmaktadır.

Aleksandre Grothendieck (1928-) Almanya'da doğmuştur, fakat daha sonra Fransa'da çalışmıştır. 1959'dan 1970'e dek Grothendieck liderliğinde matematiğin yeni bir okulu geliştirilmiştir. Séminaire de Géométrie Algébrique isimli çalışması, cebirsel geometrinin merkezi olan IHES'i (Institut des Hautes Etudes Scientifiques) kurmuştur. 1966'da Fields madayasını kazanmıştır.

Jacques Salomon Hadamard (1865-1963) Paris'teki Sorbonne Üniversitesi'nde profesör olan Fransız matematikçi. 1896'da asal sayı teorisini kanıtlamıştır. Bu teorem n sonsuz olduğunda, n>asal sayının, n/log n'e göre asimptotik olduğunu gösterir.

Hans Hahn (1879-1934) Hahn-Bannach teoremi ile hatırlanan Avusturyalı matematikçi. Weierstrass'ın fikirlerini geliştirerek, değişkenlerin hesaplarına önemli katkılarda bulunmuştur.

Paul Halmos (1916-2006) Macar asıllı Amerikalı matematikçi. Sonsuz ebatlı vektör uzayı, ölçüm teorisi, ergodik teori ve Hilbert'in uzay teorileri üzerine çalışırken yazdığı metinlerle iyi tanınmaktadır. Bu kitapların birçoğu konularının İngilizcede ilk sistematik sunumlarıdır.

Israel Halperin (1911-2007) Kanadalı matematikçi ve insan hakları aktivisti. Princeton Üniversitesi'nde John von Neumann'ın yüksek lisans öğrencisiydi. Şubat 1946'da Ka-

nada'da, Sovyet şifreleme memuru Igor Gouzenko ile ihanet bağlantısı olduğundan dolayı ajanlıkla suçlanmış ve hapse atılmıştır. Güç bir araştırma ve haftalar süren tutukluluktan sonra, Halperin nihayet suçsuz bulundu. 1953'te Kanada Kraliyet Topluluğu'na seçildi ve 1967'de Henry Marshall Tory madalyasını aldı. 100 sayfadan fazla akademik çalışma yazdı ve 1989'da kraliçeden fahri hukuk doktorası ile ödüllendirildi. İnsani çalışmaları ve matematik alanında yaptığı çalışmaları ile Kanada Ordinosu'na üye yapıldı.

George Bruce Halsted (1853-1922) Birleşik Devletler matematikçisi. Ekzantrik ve bazen çarpıcı bir kişilik olan Halsted, bilim adamı, öğretmen, girişimci ve halka matematiği sevdiren yönleriyle uluslar arası üne sahiptir.

Richard Hamilton (1943-) Robert Gunning'in denetiminde 1966'da Princeton Üniversitesi'nden doktora kazanan Birleşmiş Devletler matematikçisi. Kolombiya Üniversitesi'nde matematik profesörlüğü yapmaktadır ve 1996'da Amerikan Matematik Topluluğu'nun verdiği Oswald Veblen Ödülü'nü almıştır.

Godfrey Harold Hardy (1877-1947) İngiltere'de Oxford ve Cambridge'de profesörlük yapmış İngiliz matematikçi. Hardy saf matematiğin birçok başlığı ile ilgilenmiştir: difantine analiz, ıraksak serilerin toplamı, Fourier serileri, Riemann zeta fonksiyonu ve asal sayıların dağılımı konuları bunlardan bazılardır.

Jenny Harrison (1949-) Berkeley'deki Kalforniya Üniversitesi'nden Birleşik Devletler matematik profesörü. Düzgün kontinum klasik teorisi ile sonsuz küçükler hesabını birleştiren bir kuantum hesap teorisi geliştirmiştir. Fraktal, L.1 fonksiyonlarının grafiği, şarj edilmiş parçalar ve aynı zamanda manifoldları içeren ve zincir olarak adlandırılan bir alan sınıfına bu metot uygulanmaktadır. Berkeley matematik departmanının 1987'deki memuriyet süresine ilişkin kararı-

nın cinsiyet ayrımcılığına dayandığı Harrison'un davası uluslararası bir dikkat çekmiştir.

Helmut Hasse (1898-1979) Alman matematikçi. Cebirsel sayı teorisi üzerine çalışmıştır. Sınıf alan teorisine yaptığı başlıca katkıları ile tanınır. P-adik sayıların yerel sınıf alan teorisi ve difantine geometri (Hasse kanunu) ve zeta fonksiyonlarına uygulanması alanında çalışmalar yapmıştır. 1934'te Göttingen'de Hermann Weyl'in yerine geçmiştir. Almanya'nın yenilgisinden sonra Göttingen'e dönmüştür. 1948'de Berlin'de yaptığı görüşmelerden sonra profesör olarak Hamburg'a yerleşmiştir.

Eduard Helly (1884-1943) Fonksiyonel analiz üzerine çalışmış Avusturyalı matematikçi. 1912'de Hahn'dan 15 yıl, Banach'dan 20 yıl önce Hahn-Banach teoremini kanıtladı.

Ravenna Helson Berkeley'deki Kaliforniya Üniversitesi'nden Birleşik Devletler matematik profesörü. Mills Koleji, Psikoloji departmanının yardımcı fahri profesörü, kurulmasına önayak olduğu Mills Longitudinal Study'nin müdürüdür. Cinsiyet ayrımcılığı üzerine duyduğu uzun ilgi ile Mills Study'den öğrencilerle çalıştı. Bununla, yaşları 21'den 61'e ulaşan 120 kadını 40 yıl boyunca takip etti. The Mills Study, kişilik üzerine sosyal etkiler, gelişim ve büyüme dönemini içeren uzun dönem kişilik bileşenlerini incelemiştir.

Claudia Henrion Women in Mathematics: The Addition of Difference isimli kitabın Birleşik Devletler yazarıdır. Birleşik Devletlerde New Hapshire'da yaşamaktadır.

Wilhelm Heydorn (1873-1958) Alman Protestan teoloğu, pratisyen hekim ve öğretmen. 1921'den 1923'e dek Hamburg Üniversitesi'nde öğrenim gördü ve 1926'ya dek pratisyen hekim olarak çalıştı. 1926'dab 1928'e dek ilkokul öğretmeni olmak için öğrencilik yaptı ve 1928'den 1933'e dek asistan öğretmen olarak çalıştı. 1934'ten 1939'a dek o ve karısı, Dagmar, Alexandre Grothendieck'e baktılar.

David Hilbert (1862-1943) Saf ve uygulamalı matematiğin ünlü Göttingen Okulu'nun lideri Alman matematikçi. Hilbert'in geometri üzerine yaptığı çalışmalar Öklid'den sonra bu alanda en etkili çalışmalardır.

Adolf Hurwitz (1859-1919) Riemann yüzeyleri ve modüler eşitliklerden sınıf sayıları ilişkilerinin nasıl çıkarılacağı üzerine çalışmalar yapmış Alman matematikçi.

Shokichi Iyanaga (1906-2006) Teiji Takagi'nin öğrenci olan Japon matematikçi. Cebirsel sayı teorisi üzerine katkılarda bulunmuştur.

Fritz John (1910-1994) Alman asıllı Amerikalı matematikçi. Dışbükeylilik, kötü konumlanmış problemler, parsiyel diferansiyel eşitliklerin sayısal davranışları, kuasi-izometri ve lineer olmayan dalga yayılımı üzerine klasik çalışmalar yapmış ve yayımlamıştır.

Camile Jordan (1838-1922) Cebir, grup teorisi ve Galois teorisi üzerine yaptığı çalışmalar ile büyük saygı duyulan Fransız matematikçisi.

Mark Kac (1914-1984) Polonya asıllı Amerikalı matematikçi. Uygulamalı matematik ve olasılık teorisine büyük katkılar yapmıştır. Şaşırtıcı deyim ve yapıları bir araya koyarak yarattığı ışık saçan konuşma tarzı dolayısı ile onu dinlemek büyük bir zevkti.

Ted Kacynski (1942-) Unabomber olarak bilinen Birleşik Devletler matematikçisi. Berkeley'deki eğitimini Montana'daki ormanlarda yaşamak için bıraktı.

Nicolas M. Katz (1943-) Cebirsel geometri, p-adik metotları, monodromi ve moduli problemleri ve sayı teorisi üzerine çalışmış Birleşik Devletler matematikçisi. Andrew Wiles, Fermat'ın Son Teoremi'ni kanıtlamak için çalışmalarını devam ettirirken, Wiles'e kayda değer bir şekilde yardımcı olmuştur.

Felix Christian Klein (1849-1925) Çok etkili Alman matematikçisi. Onun Erlangen programı geometriyi, verilen değişim grubu altında sabit olan uzamın özellikleri gibi tanımlamıştır.

John R. Kline (1891-1955) 1920'den öldüğü 1955'e dek Pensilvanya Üniversitesi'nde profesörlük yapmış Birleşik Devletler matematikçisi. 1933'ten 1954'e dek departmanın başkanlığını yapmıştır. Dudley Weldon Woodard ve W. W. S. Claytor gibi Afro-Amerikalı ikinci ve üçüncü öğrenci olmuş 13 kişinin doktora tezini yönetmiştir.

Andrey Nikolaevich Kolmogorov (1903-1987) Moskova Üniversitesi'nde profesörlük yapan Rus matematikçi. Teorik-ölçüm olasılığının dikkatli geliştirilmesi ile uluslararası ölçüde ünlü olmuştur. Bu çalışmasını gezegenlerin hareketi ve bir jet motorundan gelen hava akışı türbülansında kullanmıştır.

Sofia Vasilyevna Kovalevskaya (1850-1891) Karl Weierstrass'ın öğrencisi ve arkadaşı Rus matematikçi. Diferansiyel eşitlikler konusundaki önemli katkıları ile tanınır.

Leopold Kronecker (1823-1891) Tüm matematiğin yapısal olarak doğal sayılar esas alınarak yapılması gerektiği konusundaki ısrarı ile tanınan Alman matematikçi.

Ernst Kummer (1810-1893) Alman cebirci ve ideal sayıları matematikle tanıştıran sayı kuramcısı.

Kazimierz Kuratowski (1896-1980) Topoloji ve küme teorisi üzerine çalışmış Polonyalı matematikçi. Bir grafiğin düzlemsel olması için gerekli ve yeterli şartları veren teoremi ile iyi tanınmaktadır.

Imre Lakatos (1922-1974) Londra Ekonomi Okulu'ndan Macar asıllı İngiliz matematik ve bilim felsefecisi. Karl Popper ve George Polya tarafından etkilenmiştir.

Edmund Georg Hermann Landau (1877-1938) Analitik sayı teorisi hakkında ilk sistematik sunumları veren Alman matematikçi. Analitik fonksiyonlar teorisi üzerine önemli çalışmalar yapmıştır.

Pierre-Simon, Marquis de Laplace (1749-1827) Fransız matematikçi ve astronomu. Çalışmaları matematiksel astronomi ve istatistiğin gelişmesi ekseninde çok önemli olmuştur.

Jean Lave Birleşik Devletler sosyal antropoloğu. Çalışmaları günlük matematikte sosyal uygulama, stajyerlik çalışması ve öğrenme topluluklarını kapsar. Berkeley'deki Kaliforniya Üniversitesi'nde profesördür.

Anneli Lax (1922-1999) Richard Courant'ın Birleşik Devletlerden öğrencisi, New York Üniversitesi'nde profesör ve Yeni Matematik Kitaplığı'ndaki düzinelerce cildin editörü.

Peter David Lax (1926-) New York'taki Courant Enstitüsü'nden Macar asıllı Amerikalı matematikçi. Parsiyel diferansiyel eşitlikler ve saçılma teorisi üzerine lider bir araştırmacı ve Norveç'te verilen Abel ödülünün 2005'teki sahibi.

Solomon Lefschetz (1884-1972) Çalışmalarının en önemli kaynağı topolojinin cebirsel boyutları olan Birleşik Devletler matematikçisi. Princeton Üniversitesi'nde uzun dönem başkanlık yaptı.

Adrien-Marie Legendre (1752-1833) İstatistik, sayı teorisi, soyut cebir ve matematiksel analiz konularında önemli katkılar sağlayan Fransız matematikçi.

Jean Leray (1906-1998) Fransız matematikçi. Cebirsel topolojiden sabit nokta teoremleri ile parsiyel diferansiyel denkleminin tahmin ettiği enerjiyi birbirine bağlamıştır. Fonksiyonların bazı sonsuz ebatlı uzayda bir nokta gibi düşünüldüğü modern bakış açısını ilk uygulayanlardandı. Ona göre fonksiyonlar sadece değişkenlerin iki küme arasındaki karışık ilişkiden ibaret değildi.

Norman Levinson (1912-1975) Diferansiyel eşitlikler üzerine uzmanlaşmış Birleşik Devletler matematikçisi. MIT'te matematiğin kalbi olduğu düşünülüyordu. Yüksek yaratıcı zihnini, insani sevecenlikle ve bilime adanmışlıkla birleştirmiş birisiydi.

Roy Lisker (1938-) Birleşik Devletler matematikçi, romancı, müzisyen, yayıncı ve sosyal eleştirmeni. Ferment dergisini yayımlar ve Ferment Basın kuruluşunun sahibidir.

John Edensor Littlewood (1885-1977) Seçkin İngiliz matematikçisi. Hardy ile işbirliği yapmıştır. Ve serilerin teorisi, Riemann zeta fonksiyonu, eşitsizlikler ve fonksiyonların teorisi üzerine çalışmıştır.

Nikolai Ivanovich Lobachevsky (1792-1856) Kazan Üniversitesi'nden Rus matematikçi. 1829'da Euklidyan olmayan geometri üzerine çalışmalarını yayınladı. Bu, konusunda görülen ilk yayındı.

Lee Lorch (1915-) Birleşik Devletler matematikçisi ve insan hakları aktivisti. Toronto, Kanada'daki York Üniversitesi'nde şu an fahri profesördür. Fisk, Philander Smith, Lorch gibi siyahi üniversitelerde öğretmen olarak, siyahi kadın öğrencileri de dâhil olmak üzere tüm öğrencilere matematikte daha ileri düzeyde eğitim almak için cesaretlendirdi. Onu kovan iki kolej, Fisk Üniversitesi ve City Üniversitesi daha sonra onu fahri profesörlük gibi derecelerle onurlandırdı. Aynı zamanda Birleşik Devletler Ulusal Bilimler Akademisi tarafından 1990'da onurlandırıldı. Spelma Koleji de ona onur derecesi veren kuruluşlar arasındadır.

Edith Luchins (1921-2002) Birleşik Devletler matematikçisi. 1962'den 1992'ye dek Rensselaer Politeknik Enstitüsü'nde eğitim vermiştir.Rensselaer'e tam profesörlük derecesi ile kabul edilen ilk kadındır. Luchins'in araştırmaları matematik ve psikoloji üzerine odaklanmıştır. İnformasyon işlemlerinde düzen efektlerinin matematiksel modelleri, bilişsel işlemlerde cinsiyet farklılığı ve bunların matematik öğretme ve öğrenmede çıkarımları ve matematiksel problem çözmede sezgisel ve algoritmik rolleri üzerine çalıştı.

George Whitelaw Mackey (1916-2006) 1943'de Harvard Üniversitesi matematik departmanına katılan Birleşik Devletler

matematikçisi. Ve 1969'da Landon T. Clay Professor of Mathematics and Theroretical Science'a kabul edildi ve orada 1985'te emekli olana dek kaldı. Mackey'in başlıca çalışmaları sunum teorisi, ergodik teori ve fonksiyonel analizin bunlarla ilişkili kısımları üzerine olmuştur. Yerel olarak dışbükey uzamların ikilik teorisi üzerine seçkin bir çalışması oldu. Böylece Alexandre Grothendieck'in topolojik tensor ürünler üzerine yaptığı çalışmalar gibi, bu alanda çalışılması için bir sonraki enstrümanları sağlamıştı.

MacTutor History of Mathematics St. Andrews Üniversitesi'nde J. J. O'Connor ve E. F. Robertson tarafından yazılan ve düzenlenen çok büyük çevirimiçi kişi ve kavram arşivi.

Wilhelm Magnus (1907-1990) Alman asıllı Amerikalı matematikçi. Grup teorisi ve özel fonksiyonlar konularında yaptığı başlıca araştırmalarına ek olarak elektromanyetik teori ve dalga eşitliklerinin uygulamaları gibi matematiksel fizik üzerine problemler hakkında da çalışma yapmıştır. Courant Enstitüsü'nde kariyeri boyunca 61 teze denetmenlik yaparak doktora öğrencilerinin en göze çarpan danışmanıydı.

Vivienne Malone-Mayes (1932-1995) Fisk Üniversitesi'nde matematik üzerine 1952'de üniversite eğitimi, 1954'de mastır programı kazandı. Dr. Mayes Baylor Üniversitesi'nin ilk siyah fakülte üyesi olarak göze çarpan bir öğretmen haline geldi. Bundan 5 yıl önce Baylor Üniversitesi onu anti-siyah politika yüzünden öğrenci olmasını reddetmişti.

Benoit Mandelbrot (1924-) Fransız asıllı Amerikalı matematikçi. Fraktal geometrinin genişleyen alanında büyük katkı sağlamıştır. Fraktallerin matematikte ve doğada olmak üzere birçok farklı yerde görünebileceğini göstermiştir.

José Luis Massera (1915-2002) Uruguaylı matematikçi. Lyapunov üsleri yönünden lineer olmayan diferansiyel eşitliklerin stabilizasyonunun probleminin çözümü içeren bir teoremde adı geçer. Massera'nın siyasi aktiviteleri 22 Ekim 1975'te tu-

tuklanmasıyla sonuçlanmıştır. Salıverilmesi için geniş ve etkin bir uluslararası kampanya sürekli olarak devam etti ve Mart 1983'te özgürlüğüne kavuştu.

Stanislaw Mazur (1905-1981) Lineer ve lineer olmayan geometrik metotlar ve Banach cebrine önemli katkılar sağlamış Polonyalı matematikçi. Stan Ulam, Lvov'daki İskoç kahvecisinde Mazur'un nasıl sonsuz oyunlar için ilk örnekleri verdiğini hatırlar.

John Milnor (1931-) Birleşik Devletler matematikçisi. Fields madalyasını kazanmasında büyük rol oynayan en göze çarpan başarısı, yedi-boyutlu bir kürenin bazı diferansiyel yapılara sahip olduğunu gösteren kanıtıdır. Bu çalışma diferansiyel topolojide yeni bir alan açmıştır.

Hermann Minkowski (1864-1909) Hilbert ile arkadaşlık ve işbirliği yapmış Alman matematikçi. Uzay ve zaman için yeni bir bakış açısı geliştirmiştir. Görelilik teorisinin temellerini atmıştır.

Magnus Gösta Mittag-Leffler (1846-1927) Weierstrass'ın öğrencisi İsveçli matematikçi. Fonksiyonların genel teorisi üzerine çalışmıştır. Tek değerli fonksiyonların analitik sunumun en iyi tanınan çalışması olduğu düşünülmektedir.

Edwin Evariste Moise (1918-1998) Birleşik Devletler matematikçisi. Robert Lee Moore'un öğrencisi olan bir topologdur. II. Dünya Savaşı'nda Alman ve Japon askeri sinyallerinin şifrelerini çözmek için yardım etmiştir. Michigan'da her 3'lü manifold'un üçgenlere ayrıldığı kanıtını neticelendirerek 3'lü manifoldlar ile ilgili önemli bir çalışma yapmıştır

Gaspard Monge (1746-1818) Üç boyutlu uzayda yüzeyin kıvrılması teorisi ile diferansiyel geometrinin babası kabul edilen Fransız matematikçi.

Calvin C. Moore Berkeley'deki Kaliforniya Üniversitesi'nde profesör ve müdür olarak uzun dönem kariyeri olan Birleşik Devletler fonsiyonel analisti.

Robert Lee Moore (1882-1974) Genel topoloji üzerine çalışmış Birleşik Devletler matematikçisi. Üniversite matematiğini öğretme metodu olan Moore metodu ile bilinmektedir.

Cathleen Morawetz (1923-) Birleşik Devletlerden kadın matematikçi. 1995-1996 yıllarında Amerikan Matematik Topluluğu'nun başkanlığını yapmış ikinci kadın başkandır. 1998' de parsiyel diferansiyel eşitlikler ve aerodinamik, akustik, optiğe uygulamalarla sonuçlanan dalga yayılımları konularında yaptığı öncül çalışmalar ile Ulusal Bilimler Madalyası'nı almıştır.

Louis Joel Mordell (1888-1972) İngiliz asıllı Amerikalı matematikçi. Fermat tarafından çalışılan $y2 = x3 + k$ formundaki eşitlikler üzerine yaptığı incelemelerle tanınmaktadır. 1983'te Gerd Faltings tarafından kanıtlanan cebirsel eğrilerdeki rasyonel noktalar hakkındaki varsayımları, Andrew Wiles'in Fermat'ın Son Teoremi'ni kanıtlarken kullandığı içerikleri oluşturur.

Oskar Morgenstern (1902-1977) Avusturya asıllı Amerikalı ekonomist. John von Neumann ile çalışırken, ona oyun teorisi olarak bilinen matematiksel alanın kurulmasına yardım etmiştir.

Harold Calvin Marston Morse (1892-1977) Matematiksel fizikte eşitlik problemlerinin uygulanmasına yarayan varyasyonal teoriyi geliştirmiştir. Buna şu anda Morse teorisi denmektedir. Global analizin matematiğinde yaşamsal bir rol oluşturur.

Jürgen Moser (1928-1999) Ney York'taki Courant ve Genova'daki ETH'de çalışmış Alman matematikçi. Sıradan diferansiyel eşitlikler, kısmi diferansiyel eşitlikler, spektral teori, göksel mekanik ve stabilizasyon teorisi konularında uzmanlaşmıştır. Moser'ın tüm çalışmalarının öncü teması, dinamik sistemlerde stabil hareketin elementlerini araştırılmasıdır. Bu

çalışmalar hem ilk şartları hem de sistemin yörünge veya yolundaki küçük sapmalarını içerir.

Robert Parris Moses (1935-) Harvard eğitimli Birleşik Devletler eğitimcisi (Bob Moses olarak tanınır). Sivil haklar hareketinde liderlik yapmıştır ve daha sonra ulusal olarak geniş çapta bilinen Birleşik Devletler Cebir Projesini kurmuştur.

Gilbert Murray (1948-1995) Kereste endüstrisi lobi grubu olarak bilinen Kaliforniya Ormancılık Birliği'nin kurucu başkanı. 1995' te Unabomber olarak tanınan Ted Kaczynski tarafından posta ile gönderilen bir bombayla öldürülmüştür. Bomba, Kaliforniya Ormancılık Birliği'nin eski başkanı, Bill Dennison'nın eski adresine gönderilmiştir.

John Nash (1928-) Birleşik Devletler matematikçisi. 1949'da doktora öğrencisiyken yaptığı bir çalışma ile 45 yıl sonra Nobel ekonomi ödülünü kazanmıştır. P. Ordeshook şunları yazmıştır: "Nash eşitliğindeki n-değişkenler grubu, işbirliksiz oyun teorisinde belki en önemli fikirdir."

Rolf Nevanlinna (1895-1980) Finli matematikçi. En önemli çalışması, kendi icat ettiği harmonik ölçüm üzerine olandır. Daha sonra kendi adıyla anılacak değer dağılımı teorisini geliştirmiştir. Nevanlinna teorisinin başlıca çözümleri 1925'te Weyl'in 100 sayfalık çalışmasında adlandırdığı gibi "yüzyılın sayılı büyük matematiksel olayı" olarak bilinmektedir.

Isaac Newton (1643-1727) Diferansiyel ve integral hesaplarının kurucusu İngiliz matematikçisi ve fizikçisidir. Optikler ve yer çekimi üzerine yaptığı çalışmalar onu dünyanın bilinen en iyi bilim adamlarından biri yapmıştır.

Jerzy Neyman (1894-1981) Polonya asıllı Amerikalı istatistikçi. İstatiksel teori ve veri analizinde merkezi bir rol oynayan güven aralığı teorisini ortaya koymuştur. Biyolojik verilerin yorumunda hâlâ büyük bir yararlılık sağlayan çabuk yazılan dağılım teorisine katkı sağlamıştır.

Nel Noddings (1929-) Eğitimin felsefesi, eğitimsel teori ve özenin etikleri üzerine yaptığı çalışmalarla tanınan Amerikalı feminist ve felsefeci.

Emmy Noether (1882-1935) Modern soyut cebrin başlıca kurucularından Alman kadın matematikçi. İdeal dairelerdeki zincir koşulları çalışmasıyla büyük oranda tanınır. Bugüne dek, kadın matematikçilerin ilham kaynağı olmuştur.

Sergei Novikov (1938-) Fields madalyası alan Rus matematikçi. Anne ve babası da ünlü matematikçilerdir. 1955 ve 1960 yılları arasında Moskava Üniversitesi'nde Matematik ve Mekanik departmanında öğrencilik yapmıştır. 1964'e dek diferansiyal geometri departmanında çalışmıştır. Çalışmaları modern matematik ve teorik fizik arasında bir köprü oluşturmuştur.

Kral II. Oscar (1829-1907) 1872'de Norveç ve İsveç'te kral olmuştur. Sophia of Nassau ile evlendi ve en büyük oğlu Gustav İsveç kralı oldu. Oscar II, Norveç-İsveç birliğinin son kralı olmuştur. Oscar İsveç'teki matematik araştırmalarını desteklemiştir ve onun ölümünden sonra onunla anılacak bir ödül konmuştur.

Blaise Pascal (1623-1662) Matematiğin birçok alanında katkılar sağlamış etkili Fransız matematikçisi ve felsefecisi. Konik bölümler ve kavramsal geometri üzerine çalışmıştır. Fermat ile benzeşen bir şekilde olasılık teorisinin temellerini atmıştır.

John Allen Paulos (1945-) Philadelphia'daki Temple Üniversitesi'nden Birleşik Devletler matematikçisi. Matematiksel edebi kültürü ve matematiksel mizahın temelinin önemi üzerine yazmıştır.

Sör Roger Penrose (1931-) Genel Görelelik ve kosmoloji konularına yaptığı katkılarla bilinen İngiliz matematiksel fizikçi. Aynı zamanda rekreasyonel matematilçi ve felsefecidir. Penrose belli koşullar altında, yerçekimsel bir bozulmada uzay-zaman devam edemeyeceğini ve klasik genel görelelik çökeceğini kanıtlamıştır. Penrose'un önemli çığır açan bu-

luşu onun görelelik ve kuantum teorisini birleştirme girişiminde bulunduğu bükülme teorisidir.

Grigori Yakovlevich Perelman (1966-) Riemansal geometri ve geometri topoloji konularında iz bırakan katkılarıyla tanınan Rus matematikçi. Özellikle Thurston'un geometriksel kavramını kanıtlamıştır. Bu 1904'te ünlü Poincaré kavramını ortaya çıkmasını sağlayan doğrulayıcı kanıttır. Aynı zamanda matematikteki en önemli ve zor açık problemdir. Ağustos 2006'da Perelman, geometriye katkılarından Ricci akışının analitik ve geometrik yapısına devrimci bakışı nedeniyle Fields madalyası ile ödüllendirilmiştir. Nedense ödülü almayı reddetmiş ve kongrede görünmemiştir.

Ròzsa Péter (1905-1977) Tekrarlama teorisi konusundaki çalışmasıyla tanınan Macar matematikçi. 1935'te doktorasını bitirdiği Eötvös Loránd Üniversitesi'ne başvurdu. Miklos Horthy'nin Nazi Almanya'sı ile yaptığı işbirliği süresince, Yahudi kökeni olduğu için ders vermesi yasaklandı. Savaştan sonra anahtar rol taşıyan Recursive Functions (Tekrarlamalı Fonksiyonlar) isimli çalışmasını yayımladı. Mezun olduğu üniversitede 1955'ten 1975'e dek ders verdi.

Ivan Georgievich Petrovsky (1901-1973) Parsiyel diferansiyel eşitlikler alanında çalışmış Rus matematikçi. Hilbert'in 16. Ve 19. Problemlerine yaptığı büyük katkılarla tanınır. Aynı zamanda sınır değer analizi, olasılık ve cebirsel eğim ve yüzeylerin topolojisi konularında çalışmıştır. Öğrencileri arasında Olga Ladyzhenskaya ve Olga Oleinik bulunmaktadır. Petrovsky 1951-1973 yılları arasında Moskova Eyalet Üniversitesi'nin rektörlüğünü ve Moskova'daki Matematikçilerin Uluslararası Kongresi'nde 1966'da başkanlık yapmıştır. Moskova Eyalet Üniversitesi'ndeki rektörlüğünü, matematiksel çalışmalarından da önemli, hayatının en önemli şeyi olarak değerlendirmiştir.

Wolodymyr V. Petryshyn (1929-) Birleşik Devletler matematikçisi. Lineer ve lineer olmayan soyut ve diferansiyel eşitlikler yapısal çözümü için tekrarlı ve izdüşümsel teorisinin gelişmesini içeren sonuçları en büyük çalışmasıdır.

Jean Piaget (1896-1980) İsveçli gelişimsel psikiyatrist. Algısal gelişim teorisi ve genetik epistemoloji olarak adlandırılan bilgi edinme teorisi için çocuklarla çalışmalarıyla iyi tanınmaktadır. 20. Yüzyıl psikolojisinde en önemli figürlerden biridir. 1955'te Genova'daki Genetik Epistemolojisi Uluslararası Merkez'ini kurdu ve 1980'e dek burayı yönetti.

Vera Pless (1931-) Birleşik Devletler matematikçisi. 1963'ten 1972'ye dek, şifreleme teorisinde lider bir uzmanlık yaptığı Cambridge Araştırma Labarotuarı Hava Kuvvetleri'nde çalışmıştır. 1963'te hata-düzeltici kodlarda ağırlık dağılımındaki güç ehemmiyeti özdeşliği üzerine yayınlara imza attı. Bunlar bazı kuadratik kalıntı şifrelerinin tam ağırlık dağılımını saptamakta kullanılmaktadır.

Jules Henri Poincaré (1854-1912) 20. Yüzyılın konusunda dev isimlerinden biri olan Fransız matematikçi. Cabirsel topoloji ve bazı kompleks değişkenlerin analitik fonsiyonları teorisinin kaynağıdır.

Siméon Denis Poisson (1781-1840) Fransız matematikçi, geometrici ve fizikçi.

George Polya (1887-1985) Macar asıllı Amerikalı matematikçi. Olasılık, analiz, sayı teorisi, geometri, matematiksel fizik ve kombinasyon üzerine çalışmıştır. Sezgiler ve problem çözme konularındaki yazıları çok etkilidir.

Jean-Victor Poncelet (1788-1867) Modern izdüşümsel geometrinin kurucularından biri olan Fransız matematikçi. Kutup gelişimi ve konilerle birleştirilmiş kutupsal doğrular hakkındaki çalışmaları ikiliğin kanunlarından biri olmuştur.

Lev **Pontryagin** (1908-1988) kümülatif topolojik gruplar için karakterin genel teorisini kurmuş Rus matematikçi. Bu ka-

rakterler teorisini, Hilbert'in Abelyan gruplar için kurduğu 5. problemini kanıtlamak için kullanmıştır.

Karl Popper (1902-1994) Avusturyalı bilim felsefecisi. Kuşkuculuk, gelenekçilik ve göreleliğe karşı çıkmıştır. İnsani ilişkilere kendini adamış ve açık topluluğun bir savunucusudur.

Marian Boykan Pour-El (?-2009) Birleşik Devletler mantıkçısı ve matematikçisidir. Mantık ve onun matematik ile fiziğe uygulamaları konusunda birçok makalenin yazarıdır. Matematiksel ve fiziksel teorilerin hesaplanabilirlik ve hesaplanamazlık konularında uzmanlaşmıştır.

Tibor Radò (1895-1965) Macar asıllı Amerikalı matematikçi. Platon problemi Plato, Weierstrass, Riemann ve Schwarz tarafından çalışılmış, fakat sonunda Douglas ve Radò tarafından çözülmüştür. Gerekli olan minimal yüzeyi bulmak için bazı yaklaşımlara limit teorisini uygulayarak çok yüzlü cismin uyumlu haritalamalarını kullanmıştır. Çözüm, minimal yüzeyin teklik kapsayabileceği olasılığını içermez. Gerçekte hiçbir zaman teklik içermez, bu 1970'te Osserman tarafından ilk defa kanıtlanmıştır.

George Yuri Rainich (1886-1968) 20.yüzyılın başlarında iyi tanınan Rus asıllı Amerikalı matematiksel fizikçi. Rainich'in araştırması genel görelelik ve ilk çalışması birleşik alan teorisi merkezli olmuştur.

Srinivasa Aiyangar Ramanujan (1887-1920) G. H. Hardy ile yaptığı işbirliği ile iyi tanınmış Hintli matematikçi. Ramanujan, sayıların analitik teorisi üzerine oldukça değerli katkı sağlamıştır. Eliptik fonksiyonlar, devam eden kesirler ve sonsuz seriler üzerine çalışmıştır.

Lord Rayleigh (John William Strutt) (1842-1919) Gökyüzünün niye mavi olduğunu en iyi şekilde açıklayan ilk doğru anlatımı olan saçılma teorisini 1871'de yayınlayan İngiliz fizikçi. Başlıca metinlerinin ilk cildi, *The Theory of Sound*

(Sesin Teorisi) 1877'de; ikinci cilt olan akustik dalga yayılımı bunu takiben 1878'te yayımlanmıştır.

Constance Bowman Reid (1918-) Bazı matematikçilerin biyografileri ve matematik üzerine popüler kitapların Amerikalı yazarı. Matematikçi Julia Robinson'un kız kardeşidir.

Alfred Rényi (1921-1970) Macar matematikçi. F. Riesz denetiminde doktora yaptı. Budapeşte'de Fejér tarafından eğitildi ve daha sonra özellikle Goldbach varsayımı hakkında olmak üzere sayı teorisine, Linnik ile çalışmak için Rusya'ya gitti. Analitik sayı teorisinin en güçlü metotları arasında Turàn tarafından tarif edilen metodu keşfetti. Macaristan'a dönünce olasılık üzerine çalıştı. Seyrek grafik ve kavislerle dolu seyrek uzay üzerine Erdós ile birlikte yaptığı çalışmaları yayınladı. Her tamsayının asal ya da nerdeyse asal sayının toplamı olduğunu kanıtlaması ile hatırlanır.

Bernhard Riemann (1826-1866) Gauss'un öğrencisi ve Göttingen'de profesör olan Alman matematikçi. Uzay geometrisini kapsayan fikirleri, modern teorik fiziğin gelişmesinde derin etkiler yaptı. Şu anda Riemann integrali olarak isimlendirdiğimiz integral kavramını açıklamıştır.

Frigyes Riesz (1880-1956) Fonksiyonel analizin kurucularından Macar matematikçi. Çalışmaları fizikte uygulama alanı bulmuştur. Szeged'deki matematik okulunun lideridir.

Herbert Ellis Robbins (1915-2001) Birleşik Devletler matematikçisi ve istatistikçisi. Topoloji, ölçüm teorisi, istatistik ve başka birçok alanda araştırmalar yapmıştır. 2009 basımı bile olan What Is Mathematics? (Matematik Nedir?) isimli kitabı Richard Courant ile birlikte yazmıştır. Ampirik Bayes metodunda kullanılan ön kuramı daha sonra onun adıyla çağrılmıştır.

Abraham Robinson (1918-1974) İsrail asıllı Amerikalı matematilçi. 1961'de kamuoyuna tanıştırdığı standart olmayan analiz onun en önemli icadıdır. Gerçek sayıların sistemleri

için standart olmayan model, Arşimedyan olmayan özelliğe sahiptir ki gerçek sayı sisteminin bir kopyasını içeren tamamen düzenli bir alandır.

Julia Hall Bowman Robinson (1919-1985) Birleşik Devletler matematikçisi. Bilgisayar, karar verme problemleri ve standart olmayan aritmetik modeli üzerine çalışmıştır. Birçok ödül sahibi olan Robinson Ulusal Bilimler Akademisi'nin ilk kadın matematikçi üyesidir. Aynı zamanda Amerikan Matematik Topluluğu'nun ilk kadın başkanıdır. Ayrıca Mc Arthur ödülünü almıştır.

Raphael Robinson (1911-1995) Berkeley'den Birleşik Devletler matematikçisi. Kompleks analiz, mantık, küme teorisi, geometri, sayı teorisi ve kombinasyonlar üzerine çalışmalar yapmıştır.

Judith Roitman (1945-) Kansas Üniversitesi'nde profesörlük yapan Birleşik Devletler matematikçisi. Küme teorisinin topolojiye uygulanması ve Boolean cebri konularında uzmanlaşmıştır.

Gian-Carlo Rota (1932-1999) MIT'te uygulamalı matematik ve felsefe üzerine profesörlük yapan İtalyan asıllı Amerikalı matematikçi. Fonksiyonel analiz ile başlayan kariyerine, ulusal ve uluslararası bir lider olarak tanındığı kombinasyonlar ile devam etmiştir. Ayrıca büyük bir kültürel ve edebi başarılar kazanmış bir insandır. Bir matematik gurmesidir.

Henry Roth (1906-1995) 1934'te yayınladığı, Yahudi-Amerikan edebiyatında bir klasik olan *Call It Sleep* (Onu Uyku Diye Çağır) isimli kitabın Amerikalı yazarı.

Mary Ellen (Estill) Rudin (1924-) Birleşik Devletler matematikçisi. 1971'de Wisconsin Üniversitesi onu okutmanlıktan tam profesörlüğe atamıştır. "Kimse profesör olup olmamak istediğimi sormadı. Bu tam profesörlük unvanı ile basitçe ödüllendirilmiştim.", demiştir. Özellikle aksiyomatik küme teorisini kullanarak teorik küme topolojisi üzerine araştırma

yapmıştır. Genel topolojiden metotlar beklenmedik bir şekilde, fonksiyonel analiz ve geometrik ve cebirsel topolojide bazı zor problemleri çözmüştür. Dick Anderson ve Mary Ellen Rudin'in varlığından dolayı bu alanlar genel topoloji ile ilk defa hâkim olunmuştur.

Carle David Tolmé Runge (1856-1927) Alman matematikçi. Cebirsel eşitliklerin sayısal çözümleri için bir prosedür üzerine çalışmıştır. Daha sonra elementlerin spektral çizgilerinin dalga boyuna çalışmıştır.

Bertrand Arthur William Russell (1872-1970) İngiliz matematikçi ve felsefeci. Mantık, bilgi teorisi ve başka birçok başlık için eserler yayımlamıştır. En iyi bilinen eseri Principia Mathematica'dır.

Oliver Sacks (1933-) Birleşik Devletler asıllı İngiliz nörolojist. Hastalarının beyin patolojileri hakkında yazdığı en ünlüsü Awakenings (Uyanış) olan popüler kitapların yazarıdır.

Pierre Samuel (1921-2009) Fransız matematikçi. Alexandre Grothendieck ile çevresel hareketler için çalışmıştır ve Fransız Yeşil Partisi kurucularındadır. Yer değiştirir cebir ve bunun cebirsel geometriye uygulamaları üzerine yaptığı çalışmalar ile tanınır. Oscar Zariski ile yazdığı iki ciltlik Commutative Algebra (Yer Değiştirir Cebir) isimli kitap bir klasiktir.

Jane Cronin Scanlon (1922-) Birleşik Devletler matematikçisi. Üniversitede ilk olarak fizik okumaya başladı fakat daha sonra matematiğin soyut doğasına daha fazla ilgi duymaya başladı. Matematik üzerine doktorasını 1949'da Michigan Üniversitesi'nde yaptı. Matematiksel biyoloji ve parsiyel diferansiyel eşitlikler araştırmaları için ilgilendiği alanlardı.

Alice Schafer (1915-2009) Birleşik Devletler matematikçisi. Soyut cebir (grup teorisi) ve matematikteki kadınlar konusunda uzmanlaşmıştır. Matematik eğitimcisi olarak çalışmaları sonucu, kadınların matematikte tam yer alması ile ilgili

bir şampiyon haline gelmiştir. 1962'den 1980'e dek Wellesley Koleji'nde profesörlük ve matematik departmanının başkanlığını yapmıştır.

Laurent Schwartz (1915-2002) Fransız matematikçisi. Dağılım teorisi üzerine olan makaleleri günümüzün klasik matematik çalışmalarından biri olmaya devam etmektedir. Daha sonra rasgele diferansiyel hesaplar üzerine çalışmıştır. Amerika'nın Vietnam'a girişi, Rusya'nın Afganistan'ı işgali ve Çeçenya'ya karşı Rusya'nın savaşında karşıt kampanyalara katılmıştır. 20.000 üzerinde örneği ile bir kelebek koleksiyoncusudur. Schwartz kendi otobiyografisinde şunları yazmıştır, "Matematikte bir şey keşfetmek bir yasaklamanın ve bir geleneğin üstesinden gelmektir. Yıkıcı değilseniz, ileriye doğru hareket edemezsiniz."

Atle Selberg (1917-2007) Norveçli matematikçi. Viggo Brun'un kevgir metodunun genellemesi ve Riemann zeta fonksiyonunun sıfırları üzerine yaptığı başlıca çalışmaları dolaysıyla Fields madalyasını almıştır. Riemann'ın zeta fonksiyonu ile ilgili çalışmalarında, Riemann hipotezini memnun eden sıfırların pozitif oranlarını kanıtlamıştır. Selberg aynı zamanda asal sayı teoreminin ilk kanıtları ile iyi tanınır.

Jean-Pierre Serre (1926-) 20.yüzyılda liderlik etmiş matematikçilerden biri olan Fransız matematikçi. Cebirsel geometri, sayı teorisi ve topoloji gibi alanlarda aktiftir. Spektral seriler ilk çalışmalarıdır. Serre spektral serisi, fiber lifler homolojisi ile verimli olarak çalışmak için bir enstrüman sağlamıştır. Bu spektral seriler ve demet teorisindeki kompleks değişken teorisini geliştirdiği için 1954'te Ulusal Matematikçiler Kongresi'nde Fields madalyası almıştır. Serre'nin teoremleri sadece homotopi teorisinde değil, aynı zamanda cebirsel topoloji ve homolojik cebir konularında hızlı işlem kabiliyeti sağlamıştır.

Igor Rostislavovich Shafarevich (1923-) Rus matematikçi. Sovyetler Birliği'ndeki ilk cebirsel sayı teorisi ve cebirsel geometri alanlarındaki okulu kurmuştur. Uzun süre dayanan varsayımlar kurarak Galois teorisi gibi sınıf alan teorisi problemlerine katkılar sağlamıştır. Daha yenice cebirsel geometride önemli gelişmelerde bulunmuştur. Sovyet rejimi altında önemli bir muhalif figür olmuştur ve Andrei Sakharov'un insan hakları komitesine 1970'den beri destek vermiştir. 1972'de Solzhenitsyn'in liderlik ettiği muhalif gruba dâhil olmuştur. Bunu takiben 1975'te Moskova Üniversitesi'nden ihraç edilmiştir. 1989'da Russophobia isimli Yahudi aleyhtarı iftiralarla dolu bir kitap yayınlamıştır.

Allen Lowell Shields (1927-1989) Birleşik Devletler matematikçisi. Ölçüm teorisi, kompleks fonksiyonlar, fonksiyonel analiz ve işlemci teorisi gibi çok geniş bir yelpazedeki matematiksel başlıklar üzerine çalışmıştır.

Isadore Singer (1924-) Birleşik Devletler matematikçisi. Geometri, analiz ve topolojide yaptığı derin ve çarpıcı çalışmaları ile ünlüdür. Eliptik işlemciler için index teoreminde Micheal F. Atiyah ile hazırladığı beş sayfalık çalışma ve sınırlı manifold için index teoreminde Atiyah ile V. K. Patodi ile yaptığı üç sayfalık çalışma, klasik küresel analize büyük örneklerdir. Diferansiyel geometri, diferansiyel topoloji ve analizde birçok gelişme ortaya çıkarmışlardır.

Steve Male (1930-) Chicago Üniversitesi'nde öğretim görevlisi olarak kariyerine başlayan Birleşik Devletler matematikçisi. 1958'de kürenin tersyüz edilmesi kanıtı ile matematiksel dünyayı hayretler içeresinde bırakmıştır. Tüm ebatları beşe eşit ve beşten fazla Poincaré varsayımının kanıtı ile ününü pekiştirmiştir. H-cobordizm teoremini kurduğu 107 sayfalık çalışma ile daha sonra düşüncelerini genellemiştir. Topolojide büyük aşama kaydettikten sonra dinamik sistemler çalışmasına geri dönmüştür. Dinamik sistemlerde hızlıca başlamış kayda değer

araştırması Smale nalı ilk katkısıdır. Diğerleri tarafından yürütülen çalışma programlarında bazı altı çizili katkıları da olmuştur. Smale, aynı zamanda matematiksel ekonomiye Morse teorisini uygulamasıyla ve bilgisayarcılığın çeşitli teorilerini keşfetmesiyle de tanınır. Mineral türlerin fotoğrafçısı ve dünya çapında ünlü koleksiyonculuğu ile de iyi tanınmaktadır.

Alexei B. Sossinsky (1937-) Rus araştırmacısı. Rusya Bilimler Akademisi'nde Mekanikteki Problemler Enstitüsü'nün matematiksel metot laboratuvarında çalışmıştır. Moskova Bağımsızlık Üniversitesi'nde Yüksek Matematik Koleji'nde profesördür.

Julian Cecil Stanley (1918-2005) Birleşik Devletler psikiyatristi ve eğitimcisi. Akademik olarak ödüllendirilmiş çocukların hız kazanmasına kendini adamıştır. Yetenekli gençler için Johns Hopkins Üniverstite Merkezi'ni (CTY – Center for Talented Youth) kurmuştur. 2005'te Julian C. Stanley Study of Exceptional Talent (SET) olarak isimlendirilen araştırma projesini de başlatmıştır. Stanley, Daniel Campbell ile hazırladığı Experimental and Quasi-experimental Designs for Research isimli kitap ile de tanınır.

Clarence F. Stephens (1917-) 1938'de Johnson C. Smith Üniversitesi'nden mezun olan Birleşik Devletler matematikçisi. Michigan Üniversitesi'nde 1939'da mastır, 1943'de doktora derecesi yapmıştır. 1947'de Morgan Eyalet Üniversitesi'ndeki matematik fakültesine katılmıştır. Stephens, Morgan Eyalet Üniversitesi'nde, 1962'de SUNY Geneseo'daki matematik departmanına profesör olarak çalışma teklifini kabul edene dek kalmıştır. Daha sonra 1969'da SUNY Potsdam'a geçti. Burada 1987'de emekli olana matematik departmanının başkanlığını yapmıştır. Stephens'ın SUNY Potsdam'daki görev süresinde matematik departmanı, matematikte eğitim mükemmelliği modeli olarak ulusal olarak tanınmıştır.

Marshall Harvey Stone (1903-1989) Chicago Üniversitesi'nde ünlü bir başkan olan Birleşik Devletler matematikçisi. Polinomlar tarafından sürekli fonksiyonların düzenli yaklaşımı üzerine Stone-Weierstrass teoremi ile iyi tanınmaktadır.

Ted Streleski (1936-) Stanford Üniversitesi'nde, Amerikalı matematik lisans öğrencisi. Karel de Leeuw'u sivri uçlu çekiç ile öldürmüştür. Streleski cinayetin haklı görülebilir olduğunu düşünüyordu, çünkü Leeuw ondan departman ödülleri almış ve meslektaşları arasında onu küçük düşürmüştü. Streleski 19 yıl boyunca matematik departmanında doktorasını yapıyordu. Hapiste 7 yılını geçirdikten sonra üç duruma uymak koşulu ile şartlı tahliyesi söz konusu oldu. Fakat şartlardan biri Standford kampüsüne adım atmaması olduğundan şartlı tahliyeden vazgeçildi. Salıverildiğinde şöyle demiştir, "Tekrar öldürmek için bir eğilimim yok. Öte yandan geleceği tahmin edemiyorum."

Steven H. Strogatz (1959-) Birleşik Devletler matematikçisi. Cornell Üniversitesi'nde uygulamalı matematik profesörü. Dinamik sistemlerde senkronizasyon çalışmasına yaptığı katkılar ve matematiksel biyoloji, kompleks network teorisi gibi uygulamalı matematik alanlarındaki çalışmaları ile tanınır.

Dirk Jan Struik (1894-2000) Hollanda asıllı Amerikalı matematikçi ve Marksist teorisyen. Birleşik Devletlerdeki hayatının büyük bölümünü MIT'te profesör olarak geçirmiştir. Diferansiyel geometri konusunda uzmandır.

Beauregard Stubblefield (1923-) Monrovia'daki University of Liberia'daki matematik departmanının başı olarak 1952'den 1956'ya dek çalışmış Birleşik Devletler matematikçisi. 1959 ve 1960 yılları arasında Michigan, Ann Arbor'daki Michigan Üniversitesi'nde okutman ve Ulusal Bilimler Kuruluşu Doktora Sonrası Üyesi olarak hizmet etmiştir. Daha sonra New Jersey, Hoboken'deki Stevens Teknoloji Üniversitesi; Mighigan, Rochester'daki Oakland Üniversitesi; Texas Southern

Üniversitesi; North Carolina, Boone'daki Appalachian Eyalet Üniversitesi'nde görev yapmıştır.

Bella Abramovna Subbotovskaya (1938-1982) Moskova'daki Yahudi Üniversitesi'ni kurmuş ve 1978'den 1983'e dek başkanlık yapmış Rus matematikçi.

James Joseph Sylvester (1814-1897) Matriks teorisi üzerine önemli çalışmalar yapmış İngiliz matematikçi. 1851'de Sylvester kübik eşitliğin ayrımını keşfetmiş ve bu ayrım için diskriminant sözcüğünü ilk defa kullanmıştır. Johns Hopkins Üniversitesi'nde ve Amerikan Journal of Mathematics'de ilk matematik lisans departmanını kurmuştur.

John Lighton Synge (1897-1995) İrlanda asıllı Kanadalı profesör. Klasik mekanik, geometriksel mekanik, geometriksel optik, gaz dinamiği, hidrodinamik, esneklik, elektriksel network, matematiksel metotlar, diferansiyal geometri ve tüm bunların haricinde Einstein'ın görelelik teorisine yaptığı katkılar ile tanınır.

Gàbor Szegö (1895-1985) Macar asıllı Amerikalı matematikçi. Uç problemler ve Toeplitz matrisleri üzerine çalışmıştır. Standford Üniversitesi'nde profesörlük ve başkanlık yapmıştır. George Polya ile uzun dönem işbirliğinde bulunduğu çalışmaları vardır.

Teiji Takagi (1875-1960) Hilbert'in öğrencisi olan Japon matematikçi. Sınıf alan teorisi ve Heinrich Weber'in işinin üzerine çalışmalar yapmıştır.

Yutaka Taniyama (1927-1960) Japon matematikçi. Shimura-Taniyama varsayımını temelini oluşturan iki problemi 1955'te Tokyo'daki Cebirsel Sayı Teorisi Sempozyumu'nda ortaya çıkarmıştır. Bu varsayım, "Rasyonel alan üstünde tanımlanan her eliptik eğrinin, modüler fonksiyon alanının Jacobyen faktörü" olması esasına dayanır. Fermat'ın Son Teoremi'ni kanıtlayan Wiles için bu önemli bir faktördür.

Olga Taussky-Todd (1906-1995) 300 sayfalık çalışması olan güzide ve üretken Avusturya asıllı Amerikalı bayan matematikçi. En iyi tanınan ve en çok etkili çalışması matriks teorisidir. Aynı zamanda sayı teorisi üzerine önemli katkılar sağlamıştır.

Jean E. Taylor (1944-) Birleşik Devletler matematikçisi. Kaliforniya Üniversitesi'ne kimya öğrenimi görmek için gitmiştir, fakat onu etkileyen S. S. Chern'in sınıfına diferansiyel geometriyi incelemiştir. Chern'in yardımıyla matematik bölümüne transfer olmuştur. Daha sonra Warwick'de mastır, Princeton'da doktora programı kazanmıştır.1973'de Rutgers'e gitmiş ve profesörlüğe yükselmiştir. 2002'de emekli oldu ve Courant Enstitüsü'ne yerleşti. Başlıca çalışmaları, kristallerin optimal şekilleri problemlerine uygulanan geometrik ölçüm teorisi alanında olmuştur.

Richard Taylor (1962-) 1988'de Princeton'da doktora kazanan İngiliz matematikçi. 1995'ten 1996'ya dek Oxford Üniversitesi'nde Savillian Geometri başkanlığını yürüttü ve şu anda Harvard Üniversitesi'nde matematik profesörü. Fermat'ın Son Teoremini kanıtlayan iki makaleden birini Taylor, Andrew Wiles ile birlikte hazırlamıştır. Bunu izleyen çalışması (Micheal Harris ile birlikte) sayı alanında yerel Langsland varsayımını kanıtlamıştır. Taylor, Taniyama-Shimura varsayımının kanıtını Christophe Breuil, Brian Conrad ve Fred Diamond ile birlikte hazırlamıştır.

William Thurston (1946-) Cornell'de Birleşik Devletler matematikçisi. Fikirleri, dört boyutlu topoloji çalışmasında devrim niteliğindedir. Analiz, topoloji ve geometri arasında yeni bir etkileşim getirmiştir. Bu metot, bir yanda güçlü geometrik tahminleme ve diğer yanda uzamla ilgili görselleştirme ve hayal gücü ile geometrik analizin yeni bir aşamasıdır.

John Todd (1911-2007) Washington'da Ulusal Uygulamalı Matematiksel Laboratuvarı'nda yüksek hızlı bilgisayar programı geliştirmek için 10 yılını harcayan İngiliz matematikçi. Nü-

merik analiz ve nümerik cebir konularında bir dünya lideri olmuştur. 1957'de Todd ve Olga Taussky Cal Tech'e geçtiler. Burada Todd, bilgisayarcılığı öğrenmenin ön koşulu olan nümerik analiz ve nümerik cebir konularında ilk ön lisans kurslarını geliştirdi.

Pàl Turàn (1910-1976) Macar matematikçi. Turàn'ın en önemli ve en orijinal sonuçları, onun güç toplamı metodu ve onun uygulamalarıdır. Bunlar tamamen yeni tipte ilginç derinlikte problemlere götürmüştür; diferansiyel eşitlik, nümerik cebir ve fonksiyon teorisinin çeşitli dalları olarak matematiğin birçok dalında beklenmedik bir şekilde son derece şaşırtıcı sonuçlar elde edilmiştir.

Yoshisuke Ueda (1936-) Japon matematikçi ve mühendis. 1961'de analog bilgisayarların kullanımı ile bazı diferansiyel eşitliklere çalışırken kaosu keşfetmiştir.

Stanislaw Marcin Ulam (1909-1984) Polonya asıllı Amerikalı matematikçi. Hidrojen bombasındaki füzyonu başlatma problemini matematiksel olarak çözdüğü yer olan Los Alamos Ulusal Laboratuar'ı ile uzun dönem ilişki içinde olmuştur. İstatistiksel numunelemeyi kullanarak matematiksel problemi çözmede geniş çapta kullanılan Monte Carlo metodunu da desteklemiştir.

Kristin Umland New Mexico Üniversitesi'nde matematik profesörü. Çalışmaları, matematik öğrenmenin bilişsel açılarına odaklanmıştır.

Georges Valiron (1884-1955) Fransız matematikçi. 1932'de Ulusal Matematik Birliği'nin kongre toplantısında sekreterlik yapmıştır.

Bartel Leendert van der Waerden (1903-1996) Hollandalı cebirci ve tarihçi. Soyut cebir konusunda çok etkili bir metin kitabının yazarıdır.

Harry Schultz Vandiver (1882-1973) Birleşik Devletler matematikçisi. Erken yaşlarında babasının firmasında gümrük

komisyoncusu olarak işe baladı. Liseden hiçbir zaman mezun olmadı. 18 yaşındayken, American Mathematical Monthly dergisindeki sayı teorisi problemlerini çözmeye başladı. 1919'da G. D. Birkhoff, Vandiver'in Cornell Üniversitesi'nde bir makam kabul etmesi konusunda ısrar etti. 1924'te Texas Üniversitesi'ne gitti ve 1925'te tam profesörlük; 1947'de uygulamalı matematik ve astronomi konusunda güzide profesörlük unvanı aldı. 1966'da 84 yaşındayken emekli oldu. Fermat'ın Son Teoremine çalışan Kummer metodunu genişleterek çalışmalarına devam etti. El hesaplamaları ve öğrencilerinden aldığı yardım ile 600'e dek tüm n sayılarının doğruluğunu kanıtladı. 1952'de ilk bilgisayarlara metotlarını uyguladı.

Srinivasa Varadhan (1940-) Hint asıllı Amerikalı olasılıkçı ve New York Üniversitesi'ndeki Courant Enstitüsü'nün profesörü. 2007'de olasılık teorisine yaptığı temel katkılar ve geniş sapmaların birleşik teorisini yarattığı için Abel ödülünü kazandı.

Oswald Veblen (1880-1960) Birleşik Devletler matematikçisi ve Princeton profesörü. İzdüşüm ve diferansiyel geometri, topoloji konularında önemli katkılarda bulundu.

William Spencer Vickrey (1914-1996) Kolombiya Üniversitesi ekonomi profesörü. Ekonomi alanında verilen Nobel ödülünün, ölümünden 3 gün önce ona verileceği anons edildi.

Theodor von Kàrmàn (1881-1963) Macar asıllı Amerikalı matematikçi. Akışkanlar mekaniği, türbülans teorisi ve süpersonik uçuşlar hakkındaki araştırmalarına devam ederek Birleşik Devletler Havacılık Bilimleri Enstitüsü'nü kurdu. Matematiğin mühendisliğe uygulamaları, uçak yapıları ve toprak erozyonu konularında çalıştı.

Niels Fabian Helge von Koch (1870-1924) Koch kar tanesi olarak bilinen ünlü fraktale adını veren İsveçli matematikçi İsveç soylularından oluşan bir ailede dünyaya geldi. Babas

Richert Vogt von Koch (1838-1913) İsveç Kraliyet Atlı Birlikleri'nde albaydı. Von Koch sayı teorisi üzerine birçok çalışma hazırlamıştır. Bir sonucu Riemann hipotezini kanıtlayan 1901 teoremidir.

John von Neumann (1903-1957) Princeton'daki Institute for Advanced Study'de görev almış Macar asıllı Amerikalı profesör. Kuantum mekaniği için katı bir taslak inşa etti. Aynı zamanda oyun teorisi, şu anda von Neumann cebri olarak adlandırılan cebir alanında çalıştı. Bilgisayar bilimleri konusunda öncül liderlerden biridir.

Lev Semenovich Vygotsky (1896-1934) Rus gelişimsel psikiyatristi ve kültürel-tarihi psikolojinin kurucusudur. 1917'de Moskova Eyalet Üniversitesi'nden mezun oldu. Moskova'daki Psikoloji Enstitüsü'ndeyken (1924-1934), bilişsel gelişme hakkındaki fikirlere, özellikle dil ve düşünce arasındaki ilişki konusunda çalıştı. Yazılarında, bilişsellik ve dilde tarihsel, kültürel ve sosyal faktörlerin rollerini vurgular. Vygotsky 1934'de tüberkülozdan öldü ve arkasında hâlâ keşfedilen zengin bir çalışma bıraktı.

Janice Anita Brown Walker (1949-) Birleşik Devletler matematikçisi. 1982'de Michigan'da doktora kazandı. Matematik departmanındaki atmosfer, birçok fakülte üyesinin desteği ve öğrenciler arasındaki dostluk onun zamanında Michigan Üniversitesi'ni değerli, ilham veren ve konforlu yapmıştır. 1992'den beri Ohio, Cincinnati'deki Xavier Üniversitesi'nin Matematik ve Bilgisayar Bilimleri departmanının başkanlığını yapmaktadır.

Valeria Walkerdine Cinsiyet, sınıf ve matematiksel gelişme üzerine etkisi üzerine uzmanlaşmış İngiliz. Wales'teki Cardiff Üniversitesi'nde Sosyal Bilimler Okulu'nda eğitim vermektedir.

Karl Theodor Wilhelm Weierstrass (1815-1897) Alman matematikçi. Berlin'de çok etkili bir profesördür. Kompleks fonksiyoların teorisi yapısı ile iyi tanınmaktadır.

André Weil (1906-1998) Bourbaki'nin kurucu üyelerinden Fransız matematikçi. Soyut cebirsel geometri ve Abelyan değişkenlerin modern teorisi için dayanakları ortaya koyarak cebirsel geometrinin hızlı gelişmesi ve sayı teorisi ile çalışmalarına başlamıştır. Onun cebirsel eğriler üzerine olan çalışması matematik dışında fizik konusunu da etkilemiştir.

Tilla Milnor Weinstein (d.2002) Lorentz yüzeylerinde uzmanlaşan Birleşik Devletler geometricisi. Rutgers Üniversitesi'nin Douglass Koleji'nde profesörlük ve başkanlık yapmıştır.

Anna Pell Wheeler (1883-1966) Birleşik Devletler matematikçisi. Amerikan Matematik Topluluğu'nda konuşma yapan ilk bayan matematikçidir. Kadınların matematikte yer almasını teşvik etmiştir. Bryn Mawr'da uzun süren eğitim verme işi boyunca (1918-1948), matematik departmanının başkanlığını da yapmıştır. Aynı zamanda integral eşitlikler konusunda uzmanlaştı. Hevesli bir kuş gözlemcisi ve vahşi çiçek hayranıydı.

Sylvia Wiegand (1945-) Birleşik Devletler matematikçisi. Ailesinin bazı üyeleri matematikçiydi. Büyük annesi ve büyük babası Grace Chislom Young ve William Henry Young hakkında yazmıştır. Matematiğe olan ilgisi, babası tarafından ortaya atılan matematik bulmacalarına cevap verdiği küçük yaşlarında başlamıştır. Babası Laurence Chislom Young Wisconsin Üniversitesi'nde matematik profesörüydü. 1972'de değişmeli cebirdeki bir tezi ile doktora derecesini tamamlamıştır. Kocası Roger Wiegand ile birçok araştırma çalışmasını yazmıştır. Her ikisi de Nebraska Üniversitesi'nde çalışmaktadır.

Leo Wiener (1862-1939) Birleşik Devletler dil profesörü. Norbert Wiener'in babası, Leo, Varşova Üniversitesi'nde tıp okuluna gitti. Fakat daha sonra Berlin'de mühendis olarak eğitime başladı. Amerika'ya gidebilmek için bundan da vazgeçti. 1880'de New Orleans'a vardığında Leo fabrika ve çiftliklerde çeşitli işlerde çalıştı. Daha sonra Kansas City'de

öğretmen oldu. Missouri Üniversitesi'nde modern diller profesörü makamına dek ilerledi ve sonra Boston için Missouri'yi terk etti. Harvard'da Slovak dilleri için öğretmenlik yaptı ama ailesini geçindirmek için yeteri kadar iyi maaş almıyordu. Bu yüzden maaşını arttırmak için başka pozisyonlarda da çalıştı. Harvard'da kaldı ve profesörlüğe terfi etti.

Norbert Wiener (1894-1964) MIT'te çalışan Birleşik Devletler matematikçisi. Brownian hareketi üzerine çok etkili çalışmasıyla iyi tanınmaktadır. Tek boyutlu yörüngelerin uzayına bir ölçü getirmiştir. 1923'ten sonra potensiyal teorisinde önemli etkisi olan çalışmalar üreterek Dirichlet problemini araştırdı.

Eugene Wigner (1902-1995) Macar asıllı Amerikalı fizikçi. Fizikteki simetri kanunlarını araştırması nükleer fiziğin çok ötesinde uygunluk bulmuştur. Metotları ve sonuçları, temel parçacıklar üzerine geçmiş yılların deneysel araştırmasından ortaya çıkan zengin ve karışık bir resmin yorumu için vazgeçilmez bir rehber olmuştur.

Raymond L. Wilder (1896-1982) 1923'te Texas Üniversitesi'nden doktorasını almış Birleşik Devletler matematikçisi. Akademik kariyeri genel olarak Michigan Üniversitesi'nde geçmiştir. Wilder cebirsel topolojinin gelişmesine katkı sağlamış kişilerden biridir. Matematik felsefesi ve kültürüne ait bazı kitapların yazarıdır.

Andrew John Wiles (1953-) Princeton Üniversitesi'nden İngiliz sayı teorisyeni ve profesörüdür. 1995'te Wiles, Fermat'ın Son Teoremini kanıtlamıştır. Bu kanıt a,b,c ve n'in pozitif tam sayı olduğunda a2 + b2 = c2 için n 2'ye eşit veya ondan küçük olduğunu gösterir.

Ellen Winner Boston Koleji'nden Birleşik Devletler psikoloji profesörü. Görsel sanatlardaki çalışması, çocukların, çizgi kalitesi, kendini ifade etme ve kompozisyon gibi estetik yönlerdeki duyarlılığına odaklanmıştır. En son kitabı, yetenek açısından avantajlı doğmuş çocuklar hakkında yanlış kanıları

inceler ve bu tür çocukların nasıl eğitilmesi konusunda birtakım tavsiyelerde bulunur.

Melanie Matchett Wood (1981-) Birleşik Devletler matematikçisi. Indianapolis'te lise öğrencisiyken Birleşik Devletler Uluslararası Matematik Olimpiyat Takımı'nda yer alan ilk bayan öğrenci olmuştur. Bu takım, 1998 ve 1999 matematik yarışmalarında gümüş madalyalar almıştır. İlk önce Duke Üniversitesi'nde çalışmış, daha sonra 2003-2004 yılları arasında Cambridge Üniversitesi'ne geçmiştir. Burada Belyi haritaları ve P-düzenleri çalışmaları için Morgan Ödülü'nü kazanmıştır.

Dudley Weldon Woodard (1881-1965) 1903'te Ohio'daki Wilberforce Koleji'nde matematik departmanında ön lisans eğitimi kazanmış Afro-Amerikalı matematikçi. Daha sonra 1906'da lisans, 1907'de Chicago Üniversitesi'nde mastır derecesi kazanmıştır. 1907'den 1914'e dek Tuskegee Enstitüsü'nde eğitim vermiştir. 1914'ten 1920'ye dek Wilberforce Fakültesi'ne gitmek için taşınmıştır. 1921'de Howard Üniversitesi'ne katılmıştır. 1928'de Pensilvanya Üniversitesi'nde matematikte doktora derecesini almıştır. Howard'dayken Sanat ve Bilim Koleji'nin dekanı olmuştur.

John Worrall (1946-) Londra Ekonomi Okulu'nda Lakatos denetmenliğinde doktorasını yapan İngiliz felsefeci. Araştırma programlarının modern metodolojisini geliştirmiş ve 19.yüzyıl fiziğinden detaylı durum tarihine karşı bunu test etmiştir. 1971'de Londra Ekonomi Okulu'ndan okutmanlık teklifi almış ve 1998'de burada profesör olmuştur.

Shing-Tung Yau (1949-) Diferansiyel geometri ve parsiyel diferansiyel eşitlikler üzerine yüksek etkili çalışmalar yapmış Çinli matematikçi. Büyük teknik güç ve bakış açısı ile geometri analizcisidir. Yıllardan beri üzerinde gelişme gösterilemeyen problemleri çözmüştür. 1976'da Yau, Calabi varsayımını kanıtlamıştır. Yau'nun diğer kanıtı, Riemannyan geometriden gelen pozitif ağırlık varsayımı üzerine olmuştur.

James A. Yorke (1941-) T. Y. Li ile hazırladığı 1975 sayfalık çalışmasıyla matematikçileri "kaos" ile tanıştıran Birleşik Devletler matematikçisi. Sonunda tüm periyodlarla peryodik olan iterasyonlara (yinelemelere) köken itibarı ile işaret eder. Daha sonra daha genel bir kavram olmuştur.

Gail S. Young (1915-1999) Texas Üniversitesi'nde Robert Lee Moore'un öğrencisi olmuş Birleşik Devletler matematikçisi. Gail Young, Purdue, Michigan, Tulane, Rochester, Wyomming ve Kolombiya Üniversitelerinde çalışmış ve bunlardan ikisinde başkanlık yapmıştır. Aynı zamanda Amerika Matematiksel Birliği'nin de başkanlığını yapmıştır. Moore, öğrenci merkezli matematik talimatı öğretimi versiyonu ile ünlüdür ve Young da onun araştırmacı ve organizasyon memuru olan birçok öğrencisinden biridir.

Grace Chislom Young (1868-1944) William Young ile 220 sayfalık matematiksel metin ve bazı kitaplar yazan İngiliz bayan matematikçisi. Bu sayfalar arasında hangisinin Grace'e ait olduğunu tam olarak söylemek neredeyse imkânsızdır. William Young bu durumla ilgili şunu söylemiştir, "Kısmen sana öğretiyor gibi hissediyorum ve seni, kendimin tamamen çözemeyeceği ama senin çözebileceğin sorularla kuruyorum."

William Henry Young (1863-1942) Lebesgue integrasyonunu kendisi keşfetmiş İngiliz matematikçi. Fakat bu keşif Lebesgue'dan 2 yıl sonra yapılmıştır. Genel olarak Fourier ve ortogonal serilerine çalışmıştır.

Oscar Zariski (1899-1986) Harvard'dan Ukrayna asıllı Amerikalı matematik profesörü. Cebirsel metotları kullanarak cebirsel geometrinin kuruluşu üzerine çalışmıştır. Normal değişkenler teorisi, lokal uniformizasyon ve cebirsel değişkenlerin tekliliğinin azaltılması konularına katkı sağlamıştır.

Doron Zeilberger (1950-) Rutgers Üniversitesi'nden İsrail asıllı Amerikalı matematik profesör. Kombinasyonlar, hipergeometri özdeşlikleri ve q-serileri üzerine birçok önemli katkı-

lar sağlamıştır. Herbert Wilf ile birlikte Zeilberger AMS Steele ödülünü kazanmıştır. Birlikte geliştirdikleri WZ teorisi hipergeometrik alanında devrim yaratmıştır. Zeilberger, matematiği hızlı ve verimli yapmak için bilgisayarları ve algoritmaları kullanmada şampiyon ilan edilmiştir. Bilgisayarına yardımcı yazar olarak nitelendirdiği gibi ona Shalosh B. Ekhad ismini vermiştir (Shalosh ve Ekhad İbranicede "üç" ve "bir" demektir, bilgisayarının modeli AT&T 3B1'dir.)

Andrei Zelevinsky Northeastern Üniversitesi'nden Rus asıllı Amerikalı matematik profesörü. Cebir ve kombinasyonlar konularında araştırmacı ve Yahudi Üniversitesi'nde öğretim görevlisidir.

Notlar

Giriş

1. İmmordino-Yang M. H. & Damasio A. (2007). Hissediyoruz, dolayısıyla öğreniyoruz: Eğitime verimli ve sosyal nörolojik bilimin uygunluğu. *Mind, Brain, and Education* (1), 2,4.

2. A.g.e., s. 10.

3. Bu kitapta olduğu gibi Claudio Henrion'un *Women in Mathemetics* isimli kitabında da mit kavramı geçer. Bu görüşü birbirinden bağımsız bir şekilde kullanırız. Bu kavramı paylaşılmış kullanımının ve Henrion ile bizim formülasyonumuzdaki benzerliklerin daha yeni farkına vardık.

4. Bronowski j. (1965) *Science and Human Values*. New York: Harper and Row, s. 62-63.

Bölüm 1. Matematiksel Başlangıçlar

1. Kitabın sonunda kısa bir biyografik liste vardır. Bu listede, yazıda adı geçen her bir matematikçinin anahtar başarılar ve gerçekleri tanımlanır.

2. Ulam, Stan. (1976). *Adventures of a mathematician*. New York: Scribner, s. 10.

3. Dyson, Freeman j. (2004) Kulübün üyesi. In John Brockman (Ed). *Curious Minds: How a child becomes a scientist*, New York: Pantheon Books, s. 61.

4. Sacks, Oliver (2001) *Uncle Tungsten: Memories of a chemical boyhood*. New York: Alfred Knopf, s. 26.

5. Murray, Margaret (2000) *Women becoming mathematicians*. Cambridge, Mass.: Massachusets Teknoloji Enstitüsü. Yazıda adı geçen her bir matematikçiyi içerir. Ulam (1976) s. 10, 83.

6. Wigner, Eugene (1992). *The recollections of Eugene P. Wigner as told to Andrew Szanton*. New York: Plenum Press, s. 23.

7. A.g.e., s. 45.

8. A.g.e., s. 47-48.

9. Brockman, John (Ed.) (2004). *Curious Minds: How a child becomes a scientist* New York: Pantheon Books, s. 193-194.

10. Albers, Don (2007). John Todd – Sayısal matematik öncüsü, *Kolej Matematik Dergisi* 38 (1), 5.

11. A.g.e.

12. A.g.e.

13. Reid, Constance (1996). *Julia, a life in mathematics*. Washington, D.C.: Amerika Matematiksel Birliği, s. 3.

14. Perl, Teri (1978). Bayan Matematikçilerin biyografileri ve ilgili aktiviteler. Menlo Park, Calif.: Addison Wesley, s. 64.

15. Osen (2004).

16. James I. (2002). *Remarkable Mathematicians*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, s. 231-232.

17. A.g.e.

18. A.g.e., s. 122.

19. Massera, J. L. (1998) *Akademik ve Politik Hayatımın Anıları*. Mexico City Ulusal Antropoloji Müzesi'nde 6 Mart 1998'de verilen seminer ve Jose Luis Massera adlı çalışmada basılmıştır. Montevideo, Uruguay: Mühendislik fakültesi. Frank Wimberly tarafından çevrilen yazı. Bu alıntılar Massera'nın seminerinin sayfa numarası verilmemiş bölümlerinden alıntı yapılmıştır.

20. Mordell, L. (1971). Seksenlik matematikçilerin yadigarı, *American Mathematical Monthly*, 78, 952-961.

21. Tikhomirov, V. M.(2000). Moskova matematiği 1950-1975. Jean Paul Pisier (Ed.). *Development of Mathematics* (1950-1975). Boston: Birkhäuser, s. 1109-1100.

22. A.g.e.

23. Singh, Simon (1998). *Fermat's Last Theorem*. Londra: Fourth Estate, s. 5-6.

24. A.g.e., s. 6.

25. Feldman, David H. (1986). *Nature's Gambit*. New York: Basic Books, s. 16.

26. Wolpert, Stuart (2006) Terence Tao, "Matematiğin Mozart'ı" matematikte Nobel ödülü kabul edilen Fields madalyası ile UCLA tarafından ilk defa ödüllendirilen matematikçi. *UCLA News*, 22 Ağustos 2006. 10 Nisan 2008' de http://newsroom.ucla.edu/portal/ucla/Terence-Tao-of-Math-7252'den alınmıştır.

27. Chang, Kenneth (2007) Asal sayılara uzak alanlara seyahatler. *New York Times*, 13 Mart 2007. 10 Nisan 2008'de http://www.nytimes.com/2007/03/13/science/13prof.html?_r=1&sq=The%20Mozart%20of%20MAth&st=nyt&oref=slogin&scp=1&pagewanted=print'den alınmıştır.

28. Winner, Ellen (1996). *Gifted Children: Myths and realities*. New York Basic Books, s. 36-37.

29. Radford, John (1990). *Child prodigies and exceptional achievers*. New York: Harvester Wheatsheaf, s. 82.

30. Gustin, William C. (1985) Olağanüstü araştırmacı matematikçilerin gelişimi. Benjamin S. Bloom. *Developing talent in young people*. New York: Ballantine Kitapları, s. 274.

31. A.g.e., s. 279.

32. Winner (1996), s. 187.

33. Rathunde, Kevin, & Csikszentmihalyi, Mihaly (1993). Undivided interest and the growth of talent: A longitudinal study of adolescents. *Journal of Youth and Adolescense* 22(4), s. 385-405.

34. Murray (2000), s. 49.

35. Paulson, Amanda.(2004). Children of immigrants shine in math, science, *Santa Fe New Mexican* 813 1/04, s. A5. Buradaki bulgular *Notices of the American Mathematical Society*'de 2008'deki bir makale ile desteklenmiştir.

36. Olson, Steve (2004). *Count Down.* Boston: Houghton Mifflin, s. 63.

37. Heims, Steve j. (1982). *John von Neumann ve Norbert Wiener: From Mathematics to the Technologies of Life and Death.* Cambridge, Mass.: MIT Press, s. 56.

38. Wiener, Norbert (1953). *Ex-prodigy: My childhood and youth.* New York: Simon ve Schuster, s. 67-68.

39. Levinson N. (1966). Wiener's life, *Bulletin of the American Mathematical Society* 72(1,II), 3.

40. MacTutor, web-sitesi. George Dantzig, Birkoff, s. 1.

41. Gustin (1985) s. 279-282.

42. Feldman (1986), s. 12.

43. Howe, Michael J. A. (1990). *The origins of exceptional abilities.* Cambridge, Mass: Basil Blackwell, s. 181.

44. Feldman (1986), s. 31

45. Gustin (1985), s. 277.

46. Feldman (1986), s. 31.

47. A.g.e., s. 33.

48. A.g.e., s. 33.

49. Winner (1996), s. 19.

50. A.g.e., s. 210.

51. Radford (1990), s. 96.

52. Gustin (1985), s. 278.

53. A.g.e., s. 287.

54. Wigner (1992), s. 50.

55. Murray (2000), s. 67.

56. A.g.e., s. 79.

57. Morrow, Charlene & Perl Teri. (1998) *Notable women in mathematics: A biographical dictionary.* Westport, Conn.: Greenwood Press, s. 190-191.

58. A.g.e., s. 192.

59. A.g.e., s. 193.

60. Murray (2000), s. 114.

61. Gallian, Joseph A. (2004). A conversation with Melanie Wood. *Math Horizons* 12 (Eylül 2004), 123.

62. Olson (2004), s. 30.

63. Gallian (2004), s. 13.

64. Hersh, Ruben & John-Steiner, Vera (1993). A visit to Hungarian mathematics. *Mathematical Intelligencer* 15 (2), 13-26.

65. Bloom (1995), s. 308-309.

66. Fourier dönüşümleri teorisi ve uygulamalarında notlar, R.E.A.C Paley tarafından, *Transactions of the American Mathematical Society* 35.

67. Albers, Donald J. & Alexanderson, G. L. (1985). *Mathematical People: Profiles and interviews*. Boston: Birkhäuser, s. 287.

68. Ulam (1976), s. 25-26.

69. Albers & Alexanderson (1985), s. 125.

70. O'Connor J.J. & Robertson E.F. (2003). George Dantzig, s. 2.

71. Hersh & John-Steiner (1993), s. 125.

72. A.g.e., s. 18.

73. Yau S.T. (1998). *S. S. Chern: A great geometer of the twentieth century*. Singapore, International Press.

74. A.g.e.

75. A.g.e.

76. Murray, Margaret (2000). *Women becoming mathematicians*, Cambridge, Mass.:Massachusetts Teknoloji Üniversitesi, s. 149.

77. Reid C. (1976). *Courant in Göttingen and New York*. New York Springer-Verlag, s. 255.

78. Hersh & John Steiner (1993).

79. MacTutor, Birkoff.

80. "Distant teachers" terimi geçmişte çalışmaları etkili olmuş kayda değer öğretmenlere işaret eder. Bu terim Vera John-Steiner'in çalışmalarından gelir.

81. John-Steiner, Vera (1997). *Notebooks of the mind: Explorations of thinking*. New York: Oxford Üniversitesi yayınları, s. 54.

82. Gustin (1985), s. 326.

83. A.g.e.

84. A.g.e., s. 329.

Bölüm 2. Matematik Kültürü

1. Albers & Alexanderson (1985), s. 127.

2. Scwartz, L.(2001). *A mathematician grappling with his century*. Basel: Birkhäuser, s. 38.

3. Peter, R. (1990). Mathematics is beautiful. *Mathematical Intelligencer* 12 (1), s. 58.

4. Boas, R. (1990). Interview. In D. J. Albers, G.L. Alexanderson, & C. Reid. *More mathematical people: Contemporary conversations*. Boston: Birkhauser, s. 25.

5. Gardner, H.(1993). *Creating Minds*. New York: Basic Books.

6. Everett, D. (2005). Cultural constraints on grammar and cognition in Piraha. *Current Anthropology* (Ağustos/Eylül), s. 622-623.

7. Mandelbrot, B. (1985). Söyleşi. D. J. Albers & G. L. Alexanderson, *Mathematical people: Profiles and Interviews*. Boston: Birkhäuser, s. 209.

8. A.g.e., s. 210.

9. Davis, P. J., & Hersh, R. (1981). *The mathematical experience*. Boston: Birkhäuser s. 391.

10. Hadamard, J. (1945). *The psychology of invention in the mathematical field*. New York: Dover, s. 140.

11. A.g.e., s. 142.

12. Weil, A. (1992). *The appranticeship of a mathematician*. Basel: Birkhäuser, s. 91.

13. Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psyhology of optimal experience*. New York: Harper Perennial, s. 53.

14. Parikh, C. (1991). *The unreal life of Oscar Zariski*. Boston: Academic Press, s. 50.

15. A.g.e., s. 51.

16. Atiyah, M. (1984). Söyleşi. *Mathematical Intelligencer* 6(1), 17.

17. Macrae, Norman (1992). *John von Neumann*. New York:Random House, s. 44-51.

18. Gregory, Graves & Bangert, N. (2005). *Math with heart: Why do mathematicians love math?* Yayımlanmamış elyazması.

19. Chang (2007), s. D1.

20. Davis P.J. & Hersh, R. (1981). *The mathematical experience*. Boston: Birkhäuser, s. 310.

21. A.g.e., s. 311.

22. Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and language*. Cambridge, Mass: MIT Press.

23. Rota, G. C. (1997). *Indiscrete thoughts*. Boston: Birkhäuser s. 45-46

24. Bell, E.T. (1965). *Men of mathematics*. New York: Simon and Schuster, s. 378.

25. Ruelle, D. (2007). *The mathematician's brain*. Princeton, N.J.: Princeton Üniversitesi Yayınları, s. 129.

26. A.g.e., s. 96.

27. A.g.e.

28. Hardy, G.H. (1991). *A mathematician's apology*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, s. 85.

29. Halmos, P.R. (1985). *I want to be a mathematician*. New York: MAA Spectrum Springer-Verlag, s. 51.

30. A.g.e., s. 73.

31. Mozzochi, C. J. (2000). *The Fermat diary*. Providence, R.I.: American Mathematical Society, s. 64-65.

32. Singh (1998), s. 304.

33. da C. Andrade, E. N. (1954). *Sir Isaac Newton: His life and work*. Garden City, N.Y.: Anchor Books, s. 35.

34. A.g.e.

35. Krantz, S. G. (2002) *Mathematical apocrypa: Stories and anecdotes of mathematicians and the mathematical*. Washington, D.C.: Mathematical Association of America, s. 24-25.

36. Krantz, S. G.(2002) *Mathematical apocrypa redux:More stories and anecdotes of mathematicians and the mathematical*. Washington, D.C.: Mathematical Association of America, s. 74.

37. Krantz, S. G. (2002), s. 38.

38. Nasar, S. & Gruber, D. (2006). *Manifold destiny*. The New Yorker, 28 Ağustos 2006, s. 52.

39. A.g.e., s. 45.

40. Collins, M. A. & Amabile, T. M. (1998). Creativity and motivation. R. J. Sternberg. *Handbook of creativity*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, s. 298.

41. Sternberg, J., & Lubart, T. I. (1991). The investment theory of creativity and its development. *Human Development* 34, 1-31.

42. Diacu, F. & Holmes, P. (1996). *Celestial encounters*. Princeton, N.J.: Princeton Üniversitesi Yayınları, s. 42.

43. Barrow-Green, J. (1997). *Poincaré and the three body problem*. Porvidence, R.I.: American Mathematical Society, s. 162.

44. Mira, C. (2000). Kaotik dinamiğin tarihöncesi için I. Gumowski ve Toulouse araştırma grubu. R. Abraham ve Y. Ueda. *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory*. Singapore: World Scientific, s. 188.

45. Ueda, Y. (2000a). Genel cazibe merkezleri ve kaosun kaynağı. R. Abraham & Y. Ueda. *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory*. Singapore: World Scientific, s. 34.

46. Ueda, Y. (2000b). Kaos ile karşılaşmam. R. Abraham & Y. Ueda. The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory. Singapore: World Scientific, s. 34.

47. Ueda Y. (2000c). Kırık yumurta kaotik cazibe merkezlerinin kaynağındaki yansımalar. R. Abraham & Y. Ueda. *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory*. Singapore: World Scientific, s. 65.

48. Abraham (2000), s. 89.

49. 1994'te ortaya çıkan Allyn Jackson'ın *Notices of the American Mathematical Society* isimli makalesine bakınız.

50. Jackson, A. (1994). Ayrıcalık için savaş: Jenny Harrison durumu, ayrıcalık, ırkçılık ve kanunlar hakkında Pandora'nın kutusunu açıyor. Notices of the *American Mathematical Society* 41(3), s. 187.

51. John-Steiner, V. (2006). 4 Aralık 2006'da Berkeley, Calif'teki Harison söyleşisi.

52. Harrison, J. (2007) web-site.

53. A.g.e.

54. A.g.e.

55. Jackson (1994), s. 190.

56. Moore (2007). *Mathematics at Berkeley: A history.* Wellesley, Mass.: A.K. Peters, s. 288.

Bölüm 3. Avuntu Olarak Matematik

1. Rota, G. C. (1990). *Indiscrete Thoughts*'daki "The Lost Café". Boston: Birkhäuser.

2. Bollobàs, Béla (1986). *Littlewoods's miscellany*. Cambridge, Cambridge Üniversite Yayınları.

3. Rogers-Ramanujan özdeşlikleri, rasyonel fonksiyonların toplamı ve ürünleri olup L. J. Rogers ve Srinivasa Ramanujan tarafından keşfedilmiştir.

4. Dyson, F. J. (1988) Ramanujan'ın bahçesinde bir yürüyüş. G. E. Andrews'in *Ramanujan revisited*. Boston: Academic Press, s. 15.

5. Weil'in otobiyografisi, Finlandiyalı fonksiyon teoristi Rolf Nevanlinna'nın nasıl Weil'i kurtardığına dair bir miti kapsar. Weil Finlandiya'da tutukluyken Nevanlinna, polis şefinin de olduğu bir yemeğe katılmıştır. Kahve servis edilirken polis şefi gelip Nevalinna'nın yanına gelir ve ona, "sizi tanıyan bir casusu yarın infaz edeceğiz. Normalde sizi bu tür önemsiz bir şey için rahatsız etmezdim, fakat her ikimiz de burada olduğundan dolayı sizin görüşünüzü almaktan dolayı mutlu olurum" der. Nevalinna "Adı ne?" diye sorar. Polis şefi, "Andre Weil" der. Bunu duyması üzerine Nevalinna şok olur. Ve polis şefine şöyle der, " Onu tanıyorum. Onu infaz etmeniz gerçekten gerekli mi?" Polis şefi "Onunla ne yapmamızı istersiniz?" diye sorar. "Ona sınıra kadar eşlik edip sınır dışı edemez misiniz?" diye cevaplar. Polis şefi bunun üzerine, "Bu bir fikir. Bunu hiç düşünmemiştim" der. Weil otobiyografisinde şöyle yazar, "Böylelikle kaderime karar verildi". Mathematical Intelligencer'de masum bir şekilde bu hikâyeyi yayımladık. Bu hikâye yayımlandıktan sonra Nevalinna'nın peri masalı 1992'de Finlandiyalı matematikçi Osmo Pekonen tarafından aksi ispatlanmıştır. Pekonen, Finlandiyalı polis arşivlerinde Weil'in dosyasını okumuş ve onun hiç ölüm cezasına çarptırılmadığını bulmuştur ve Nevalinna bu olaya hiç karışmamıştır.(1934'te Birleşik Devletlerde Hermann Weyl, kendisi ile yapılan bir röportajda Nevalinna'yı bir Fin Nazi'si olarak nitelendirmiştir. II. Dünya Savaşı'nda Nevanlinna, Finlandiyalı Gönüllü Tabu-

ru'nun komitesinde başkan olarak çalışmıştır. [Osmo Pekonen, *L'affaire Weil à Helsinki en 1939. Gazette des mathématiciens* 52 (Nisan 1992), s. 13-20.]

6. Weil (1992).

7. Massera (1998).

8. Her tutuklu, her gün belli saatlerde başka bir tutuklu tarafından dağıtılan el işleri aletini hücresine sokabilirdi. Eziyetli ve moral bozucu işin sonunda bunların satışı aile geçimine katkı sağlardı.

9. Ada mahkûmun tam olarak izole durumda kaldığı ceza yeriydi. Duvarların arasındaki tek şey mahkûmun kendisiydi. Akşamları mahkûma battaniye veya yorgan verilirdi. Günde en üç kere, konuşmasının yasaklandığı bir asker tarafından yemek verilirdi. Hapishanenin en soğuk ve konukseverliğin en az olduğu yerdi.

10. İspanyolca da dâhil olmak üzere kitap giriş çıkışı yasaktı. Her matematik kitabının şifreli olması tehlikesine karşı girişi yasaktı.

11. Abramowitz, I. (1946). *The great prisoners*. New York: E. P. Dutton, s. 142.

12. Turàn, P. (1997). Note of welcome. *Journal of Graph Theory* 1(1), 1.

Bölüm 4. Bağımlılık Olarak Matematik

1. Schneps, L. (2008). *Grothendieck-Serre correspondence, book review. Mathematical Intelligencer* 30(1), s. 66-68

2. Roy Lisker, *Récoltes et Semailles* (Hasat ve Ekim-Reaping And Sowing) isimli kitabın 100 sayfasını çevirmiş ve onu *Ferment* isimli dergide basmıştır.

3. A.g.e.

4. A.g.e.

5. A.g.e.

6. Schwartz (2001).

7. A.g.e.

8. A.g.e.

9. Grothendieck, A (1986) *Récoltes et Semailles* (Hasat ve Ekim-Reaping And Sowing) basılmamış el yazmaları, promenade #9.

10. Grothendieck, A. Colmez, P. (Ed.), & Serre, J. P. (2001). *Grothendieck-Serre correspondence*. Paris: Societe Mathematique Francaise. Yabancı dildeki versiyonu, Providence, R. I.: American Mathematical Society, 2004.

11. Grothendieck (1986), promenade # 10.

12. A.g.e., promenade #11.

13. A.g.e., promenade #13.

14. A.g.e., promenade #7.

15. Ruelle, D. (2007). *The mathematician's brain*. Princeton, N. J.: Princeton Üniversitesi Yayınları, s. 40.

16. A.g.e.

17. Grothendieck, A. (1989). Crafoord ödülünü reddettiği mektup, 04 Mayıs 1998'de *Le Monde*'de yayınlanmıştır. Mathematical Intelligencer 11(1), s. 34-35.

18. Grothendieck (1986), promenade # 17.

19. 12 Mayıs 1996 ve 31 Ağustos 1997'de *Ukrainian Weekly*'de üzüntü verici hikâye yazılmıştır ve World Wide Web'te de bulunabilir.

20. A.g.e.

21. A.g.e.

Bölüm 5. Arkadaşlıklar ve Ortaklıklar

1. Bollobàs (1986), s. 8.

2. Koblitz, A. (1983). *A convergence of lives.* Boston: Birkhäuser, s. 99-101.

3. A.g.e., s. 101.

4. A.g.e., s. 113.

5. James (2002), s. 233-234.

6. A.g.e.

7. Reid, C. (2004). *Hilbert.* New York: Springer, s. 12-13.

8. A.g.e., s. 14.

9. A.g.e., s. 91.

10. A.g.e., s. 95.

11. A.g.e.

12. A.g.e.

13. Hardy, G. H. (1967). *A mathematician's apology.* New York: Cambridge Üniversitesi Yayınları, s. 147-148.

14. Snow, C. P. (1967). Hardy'e önsöz (1967). *A mathematician'a apology.* New York: Cambridge Üniversitesi Yayınları, s. 29.

15. Bollobàs (1986), s. 2.

16. A.g.e., s. 11.

17. Tattersall, J., & McMurran, S. (2001). An interview with Dame Mary L. Cartwright, D. B. E. F. R. S. *College Mathematics Journal* 32(4), 249.

18. Bollobàs (1986), s. 13.

19. URL referans olarak.

20. Tattersall & McMurran (2001) s. 249.

21. Hardy, G. H. (1978). *Ramanujan.* New York: Cambridge Üniversitesi yayınları, s. 2-3.

22. Kanigel, R. (1991). *The man who knew infinity.* New York: Simon and Schuster, s. 294.

23. Hardy (1967), s. 148.

24. Snow, C. P. (1967), s. 51.

25. A.g.e.

26. A.g.e., s. 57.

27. Aleksandrov, P. S. (2000). "A few words on A.N.Kolmogorov," *Russian Mathematical Surveys* 39(4), s. 5-7, *Kolmogorov in perspective*'de. Providence, R.I.: American Mathematical Society, s. 142.

28. Kolmogorov, A. N. (2000). "Memories of P. S. Aleksandrov" Russian Mathematical Surveys 41, 255-246, *Kolmogorov in perspective*'de. Providence, R.I.:American Mathematical Society, s. 145.

29. A.g.e., s. 150.

30. A.g.e., s. 156.

31. A.g.e., s. 152.

32. A.g.e., s. 159.

33. Gessen, Masha (2005). *Perfect rigor.* New York: Houghton Mifflin Harcourt, s. 43.

34. Ulam (1976); s. 33-34.

35. Heims (1982), s. 42.

36. Abelson, P. (1965). Bilimdeki yaratıcılık için grup etkinlikleri arasındaki ilişki. *Daedalus* (summer 1965), s. 607.

37. Rota, G.C. (1987). The lost café, *Los Alamos Science*, Özel sayısı, 26, s. 26.

38. Schechter, B. (1998). *My brain is open: The mathematical journeys of Paul Erdős*, New York: Simon and Schuster.

39. Goldstein, R. (2006). *Incompleteness: The proof and paradox of Kurt Gödel (Great discoveries)*. New York: W. W. Norton, s. 29.

40. A.g.e., s. 33.

41. A.g.e.

42. Grattan-Guiness, Ivor (1972). A mathematical union *Annals od Science* 29 (2), s. 105-186.

43. A.g.e., s. 115.

44. A.g.e., s. 118.

45. A.g.e., s. 121.

46. A.g.e., s. 123.

47. A.g.e., s. 131.

48. A.g.e., s. 131-132.

49. A.g.e., s. 140.

50. A.g.e., s. 141-142.

51. A.g.e., s. 148.

52. A.g.e., s. 149.

53. A.g.e., s. 151.

54. A.g.e., s. 156.

55. A.g.e.

56. A.g.e., s. 163.

57. A.g.e., s. 166.

58. A.g.e., s. 177.

59. A.g.e., s. 181.

60. Reid (1996), s. 35.

61. A.g.e., s. 38.

62. A.g.e., s. 37.

63. A.g.e., s. 43.

64. A.g.e., s. 45.

65. A.g.e., s. 79.

66. A.g.e.

67. A.g.e., s. 39, 79.

68. Tausky-Todd, O (1985). Autobiographical Essay. D.J.Albers ve G.L.Alexanderson'da. *Mathematical people: Profiles and interviews*. Boston: Birkhauser, s. 321.

69. A.g.e., s. 325.

70. Birman, J. Et. Al. (1991).

71. Helson, R. (2005). Kişisel iletişim (Personal communication).

72. Case, B.A. & Leggett, A.M.(2005). *Complexities: Women in mathematics*. Princeton, N.J.:Princeton Üniversitesi Yayınları, s. 189.

73. Birman, j. Et. Al (1991).

74. Case, B. A., et al.,s. 190.

75. Gardner (1993), s. 385.

Bölüm 6. Matematik Toplulukları

1. Ulam (1976), s. 38.

2. Rowe, D. E. (1989). Klen, Hilbert ve Göttingen matematik geleneği. K. M. Oleska'da. Science in Germany: The intersection of institutional and intellectuel issues. Osiris 5, s. 189-213.

3. Gowers, T., & Nielson, M. (2009). Massively collaborative mathematics. Nature 461, s. 879-881.

4. Albers & Alexanderson (1985).

5. Beaulie (1993). Parisian café ve on Bourbaki toplantısı (1934-1935). Mathematical Inteligencer 15(1), s. 27-35.

6. Dieudonné, J. A. (1970). The work of Nicholas Bourbaki. American Mathematical Monthly, 77, s. 134-135.

7. A.g.e.

8. Grothendieck (1986).

9. Cartan, H. M. (1980). Nicolas Bourbaki and contemporary mathematics. *Mathematical Intelligencer* 2(4), s. 175-187.

10. Kelin, F. (1979). Ondokuzuncu yüzyılda matematiğin gelişimi. Çeviren M. Ackerman. R. Hermann'da. *Lie groups, history, frontiers and applications*, cilt IX. Brookline, Mass.: Math Science Yayınları.

11. Courant, R. (1980). Reminiscences from Hilbert's Göttingen. *Mathematical Intelligencer* 3(3), s. 159.

12. Honda, K. (1975). Teiji Takagi: A biography. Commentary. *Mathematica Universitatis Sancti Pauli* XXIV-2, s. 141-167.

13. Alexandrov (2000)

14. Lewy, Hans (1992). F. John tarafından alıntı yapılmıştır.

15. John, F. (1992). Memories of student days in Göttingen. *Miscellanea Mathematica*, New York: Springer, s. 213-220.

16. Courant, R. (1980). Reminiscenses from Hilbert's Göttingen. *Mathematical Intelligencer* 3(3), s. 163-164.

17. Courant'in Friedrichs için anma konuşması.

18. Moser, J. (1995). Obituary for Fritz John, 1910-1994. *Notices of the American Mathematical Society* 42(2), 256-257.

19. Lui, S.H. (1997). Vladimir Arnold ile söyleşi. *Notices of the American Mathematical Society* 42(2), s. 432-438.

20. Sossinsky, A. B. (1993). In the other direction. In S. Zdravkovska & P.L. Duren. *Golden years of Moskov mathematics, History of Mathematics*, cilt 6. Providence, R.I.: American Mathematical Society, s. 223-243.

21. A.g.e.

22. Fuchs, D. B. (1993). On Soviet mathematics of the 1950s and 1960s. S. Zdravkova & P. L. Duren'de. *Golden years of Moskov mathematics, History of Mathematics*, cilt 6. Providence, R. I.: American Mathematical Society, s. 220-222.

23. A.g.e.

24. Sossinsky (1993), s. 223-243.

25. A.g.e.

26. A.g.e.

27. A.g.e.

28. Zelenvinsky, A. (2005). Remembering Bella Abramovna. M. Shifman'da. *You failed your math test, Comrade Einstein*. Hackensack, N.J.: World Scientific.

29. Henrion, C. (1997). *Women in mathematics*. Bloomington, Ind.:Indiana Üniversitesi Yayınları, s. 152.

30. *Notices of the American Mathematical Society* (1997), s. 107.

31. Lewis, D. J. (1991). Mathematics and women: The undergraduate school and pipeline. *Notices of the American Mathematical Society* 38(7), s. 721-723.

32. Roitman, J. (2005). B. A. Case and A. M. Leggett. *Complexicities: Women in Mathematics*. Princeton, N.J.: Princeton Üniversitesi Yayınları, s. 251.

Bölüm 7. Matematikte Cinsiyet ve Yaş

1. Marjorie Senechal (2007). Hardy as mentor. *Mathematical Intelligencer* 29(1), s. 16-23.

2. Germain-Gauss correspondence http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/%7Ehistory/Mathematicians/Gauss.html

3. LaGrange http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/%7Ehistory/ Mathematicians/Lagrange.html

4. James (2002), s. 57-58.

5. Kovalevskaya, S., Kochina, P. Y., & Stillman, B. (1978). *A Russian childhood*. New York: Springer, p.35

6. Crelle's Journal http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/%7Ehistory/ Mathematicians/Crelle.html

7. Weierstrass http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/%7Ehistory/ Mathematicians/Weierstrass.html

8. A.g.e.

9. Kovalevskaya et al. (1978), s. 35.

10. James (2002), s. 235.

11. Smolin, L. (2006). *The trouble with physics*. London: Houghton Mifflin Penguin.

12. Reid, C. (1986). *Hilbert-Courant*. New York:Springer-Verlag, s. 143.

13. Weyl, H. (1935). Emmy Noether. *Scripta Mathematica* 3(3), 201-220.

14. James, I. (2009). *Driven to innovate: A century of Jewish mathematicians and physicists*. Oxford: Peter Lang.

15. *Notices of the American Mathematical Society of America*, 2005.

16. Henrion (1997), s. XVII.

17. A.g.e., s. 66.

18. A.g.e., s. 18.

19. A.g.e., s. 44.

20. A.g.e., s. 73.

21. A.g.e., s. 134.

22. Albers, D. & Alexanderson, G. (1991). A conversation with Ivan Niven. *College Mathematics Journal* 22(5), s. 371-402.

23. A.g.e., s. 393.

24. A.g.e.

25. Hyde, J. (2005). The gender similarities hypothesis. *American Psychologist* 60, s. 581-592.

26. Henrion (1997), s. 208.

27. A.g.e.

28. Bollobàs (1986), s. 15-16.

29. Kişisel iletişim (personal communication)

30. Mordell'in ismi, en sonunda 1983'te Almanya'dan Gerd Faltings tarafından kanıtlanan 1922'deki varsayımı ile anılmaktadır.

31. Mordell, L.J. (1970). *Hardy'inin A mathematician's apology.* American Mathematical Monthly 77, s. 836.

32. A.g.e.

33. A.g.e.

34. A.g.e.

35. Einstein (1942), s. 150.

36. Weil, A. (1950). The future of mathematics. *American Mathematical Monthly* 57, s. 296.

37. Wiegand, S. (1977). Grace Chislom Young. *Association for Women in Mathematics Newsletter* 7, s. 6.

38. Adler, A. (1972). Mathematics and creativity. *New Yorker*, February 19, 1972. Timothy Ferris'te yeniden basılmıştır (1993). *The world treasury of physics, astronomy and mathematics.* Back Bay Books, s.435.

39. van Stigt, W.P. (1990). *Brouwer's intuitionism.* Amsterdam: North-Holland.

40.Dauben J. (1995). *Abraham Robinson: The creation of nonstandart analysis: A personal and mathematical odyssey.* Princeton, N.J.: Princeton Üniversitesi yayınları, s. 491.

41. Schneider, Ivo, e-mail iletişimi.

42. Bell (1937), s. 405.

43. Bu araştırmanın daha önceki versiyonu Hersh, R (2001) olarak ortaya çıkmıştır. Matematiksel menopoz veya bir genç adamın oyunu? *Mathematical Intelligencer* 23(3), s. 52-60.

44. Taylor, S. S. (1999). *Research dialogues of the TIM-CREF*, no.62.

45. Henrion, s. 113.

46. Henrion, C. (1997).

47. Henrion (1997), s. 112.

48. A.g.e.

49. Bollobàs (1986) s. 14.

50. Kişisel iletişim (personal communication).

51. Bollobàs (1986) s. 14.

Bölüm 8. Matematiği Nasıl Öğretmeli?

1. Albert Einstein. Holton, G. Tarafından alıntı yapılmıştır (1973). *Thematic origins of scientific thought: Kepler t Einstein.* Cambridge, Mass.: Harvard Üniversitesi Yayınları, s. 377.

2. Parker, J. (2004). *R. L. Moore: Mathematician and teacher.* Washington, D.C.: Mathematical Association of America, s. 3.

3. Megginson, R. E. (2003). Yueh-Gin Gung and Dr Charles Y.Hu, Clarence F. Stephens'i matematiğe yaptığı seçkin hizmetler için ödüllendirmiştir. *American Mathematical Monthly* 110(3), 177-180.

4. Mathematicians of the African Diaspora web sitesi.

5. Megginson (2003) s. 177.

6. Donaldson (1989), s. 450.

7. *Dictionary of American Biography,* s. 163.

8. Parker (2004), s. VII, VIII.

9. Moore, "Moore uzamları" olarak bilinen konuda uzmanlaşmıştır. Bunlar topolojik uzamlardır. Ve Moore'un aksiyomu olarak 4. kısmında ayrıntıları ile belirtildiği gibi ek olarak teknik bir durum sağlarlar. [Wilder, R.L. (1982). The mathematical work of R. L. Moore: Its background, nature and influence. *Archive for the History of Exact Sciences 26*, s. 73-97]. "Tam Moore uzamı", aksiyom 1'in dört parçası ile tamamlanır. Wilder'a göre, bu soru için 300 sayfalık makale yayımlanmıştır. Moore uzamı ne zaman ölçülebilir? 1951'de Moore'un öğrencisi R. H. Bing Moore uzamının ölçülebilir olduğunu kanıtlamıştır.

10. Parker (2004), s. 244.

11. Albers, D. J. (1990). *More mathematical people.* Boston: Harcourt Brace Jovanovich, s. 293.

12. Parker (2004), s. 271.

13. A.g.e.

14. A.g.e., s. 226.

15. Mathematicians of the African Diaspora web-sitesi

16. A.g.e.

17. Parker (2004), s. 288.

18. Kişisel iletişim.

19. A.g.e.

20. Parker (2004), s. 288.

21. Kişisel iletişim (2007).

22. A.g.e.

23. Claytor, Peano uzay-zamanına homorfobik olması için gerekli ve yeterli bir durum vermiştir. Bunu yaparken ünlü Polonyali topolojist Casimir Kuratowski'nin daha önceki sonuçlarını geliştirmiştir.

24. A.g.e.

25. A.g.e.

26. Albers & Alexanderson (1985) s. 23.

27. Megginson (2003), s. 179.

28. Poland, J. (1993). A modern fairy tale? *American Mathematical Monthly* 94(3), s. 293.

29. A.g.e.

30. Datta, D.K. (1993). Math education at its best: *The Potsdam model*. Framingham, Mass.: Center for Teaching/Learning of Mathematics, s. 5.

31. A.g.e., s. 65-66.

32. A.g.e., s. 9.

33. A.g.e.

34. A.g.e., s. 23.

35. Kişisel iletişim (2006).

Bölüm 9. Okul Matematiği: Sevmek veya Nefret Etmek

1. Cornell, C. (1999). I hate math! I couldn't learn it, and I can't teach it! *Childhood Education* 75(4), s. 1.

2. Tobias, Sheila (1993). *Overcoming math anxiety*. New York: W. W. Norton.

3. Lester, W. (2005). Hate Mathematics? You are not alone. Associated Press, 16 Ağustos 2005.

4. Hardy, G. H. (1948). *A mathematician's apology*. New York: Cambridge Üniversitesi Yayınları, s. 86-87.

5. Slocum, J., & Sonneveld, D.(2006). The 15 puzzle. Beverly Hills, Calif., Slocum Puzzle Foundation, s. 9.

6. Kişisel iletişim (2006).

7. Cohen, R (2006) . What is the value of algebria? *Washington Post*, 16 Şubat 2006.

8. McCarty, C. (1991). Who needs algebra? Washington Post, 20 Nisan 1991.

9. A.g.e.

10. Russell, B (1957). *Mysticism and Logic*'te "The Study of Mathematics". New York: Doubleday, s. 60.

11. A.g.e., s. 208.

12. A.g.e., s. 68.

13. Zaslavsky, C. (1996). *The multicultural classroom*. Portsmouth, N.H.: Heinemann, s. 60.

14. Charbonneau M., & John-Steiner, V. (1988). Patterns of experience and the language of mathematics. R. Cocking & J. P. Mestre'de, *Linguistic and cultural influences on learning matematics*. Hillsdale, N. J.: Erl-baum, s. 94.

15. Gerdes, P. (2001). On culture, geometrical thinking and mathematics education. A. B. Powell & M. Frankenswtein. *Ethnomathematics, challending Eurocentrism in mathematics education*. Albany, New York: New York Eyalet Üniversitesi Yayınları, s. 231-232.

16. Carraher, T. N., Carraher, D., & Schliemann, A. D. (1985). Mathematics in the streets and in the schools. *British Journal of Developmental Psychology* 3, 21-29.

17. Schliemann (1995), s. 50.

18. A.g.e.

19. PME 19, cilt 1, s. 20.

20. (1988) s. 44.

21. A.g.e., s. 165.

22. Semisimple Lie grupları ...

23. Fosnot, C. T., & Dolk, M. (2001). *Young mathematicians at work*. Portsmouth, N. H.: Heinemann, s. 124.

24. Schmittaui, Jean (2003). Cultural historical theory in mathmematics education. Kozulin, A. Gindis, B. Ageyev V. S., Miller S. N.'de. *Vygotsky'nin Educational Theory in Cultural Context*. New York: Cambridge Üniversitesi yayınları.

25. Devlin, Keith. (2009). MAA On-line, Ocak 2009. Should children learn math by starting with counting? Devlin's angle: http://www.maa.org/devlin /devlin_01_09.html.

26. Umland, K. (2006). Kişisel iletişim.

27. Moses, R. P. & Cobb, C. E. Jr (2001). *Radical equations: Math literacy and civil rights*. Boston: Beacon Yayınları, s. 10-11.

28. A.g.e., s. 16.

29. A.g.e., s. 146.

30. A.g.e., s. 177.

31. A.g.e., s.179.

32. A.g.e., s. 183.

33. A.g.e., s. 18.

34. Treisman, V. (1992). Studying students studying calculus: A look at the lives of student mathematicians. *College Mathmematics Journal* 23, s. 363.

35. Rota, G. C. (1997). *Indiscrete thoughts*. Boston: Birkhäuser, s. 39

36. Levin, T. (2006). As math scores lag, a new push for basics. *New York Times*, 14 Kasım 2006.

37. A.g.e., s. 19.

38. A.g.e.

39. Pearson, R. S. (1991). Why don't engineers use undergraduate mathematics in their proffessional work? *UME Trends* 3, 8.

40. Dudley, U. (1997). Is mathematics necessary? *College Mathematics Journal* 28 (5), s. 361-365.

41. Krantz (2002), s. 61.

42. Halmos (1985), s. 261.

43. Noddings, N. (1994). Excellence as a guide to educational conversation. *Teachers College Record* 94(4), s. 8, 9.

44. A.g.e.

45. Noddings, N. (1994). Does everybody count? *Journal of Mathematical Behavior* 13(1), s. 10.

46. A.g.e.

47. (1999), s. 32

48. Umland, K. (2006). Kişisel iletişim.

Sonuç

1. Halmos (1985), s. 3.

2. Henrion (1997), s. 228.

3. Albers, D. J., Alexanderson, G. L., & Reid, C. (1990). *More mathematical people*. Boston: Harcourt Brace Jovanovich, s. 3-26.

4. A.g.e., s. 14.

5. Byers, W. (2007). *How mathematicians think: Using ambiguity, contradiction and paradox to create mathematics*. Princeton, N.J.: Princeton Üniversitesi Yayınları, s. 78.

Matematik Aşkı

Reuben Hersh

Vera John-Steiner

Matematik, çoğu zaman saf mantığın en soğuk ifadesi olarak düşünülür. Matematik insan hayatını aşan bir karışıklık olarak da görülür, oysa ki insan olmadığında anlatılacak bir hikayesi de yoktur ve düşünüldüğünden çok daha insanidir. *Matematik Aşkı*, matematiği biçimlendiren matematikçilerin ve öğrencilerin deneyimlerine yön veren, gizli, insani, duygusal ve toplumsal etkileri inceliyor. Canlı ve anlaşılır dili, sürükleyici öykü ve anılarla *Matematik Aşkı*, matematik uğraşının büyük keyfini ve ızdıraplarını okuyucuya taşıyor.

Öyküler, matematiğin gençlik hevesiyle girilmiş kasvetli bir yolculuk olduğu, matematikçilerin diğer insanlardan duygusal açıdan farklı olduğu, hatta büyük matematikçilerin başarılarının bir kısmını deliliğe borçlu oldukları gibi düşünceleri ve efsaneleri ele alıyor. Reuben Hersh ve Vera John-Steiner öykülerinde, matematikçilerin yaşamlarını başlangıçlarından yaşlılıklarına, dostluklarından rekabetlerine, ilişkilerinden evliliklerine kapsamlı bir biçimde ele alıyorlar. Bunu yaparken öğretici ve yol gösterici oldukları kadar, matematiğin geleneksel olarak dışladığı kadınlar ve azınlıklara da yer veriyorlar. Matematiğin hayatlarına kriz zamanlarında, savaşta hatta mahkumken büyük güzellikler getirdiği insanların öykülerinin yanı sıra matematik takıntısının hayatlarını çılgınlığa ve hatta cinayete sürüklediği olağandışı bir kaç kişinin öyküsünü de anlatıyorlar.

Bu kitap en rasyonel insan uğraşının neden aynı zamanda en duygusal insan uğraşlarından biri olduğunu anlamak isteyenler için.

DORUK MATEMATİK

9 789755 536576

doruk