

Aramızdan Ayrılanlar

Armand Borel

(1923-2003)



11 Ağustos Pazartesi günü birçok matematikçi elektronik posta aracılığıyla 20. yüzyılın en önemli matematikçi-

lerden biri olan Armand Borel'in öldüğünü duydu. Armand Borel'in matematiksel buluşlarından doğrudan ya da dolaylı olarak, bilinçli ya da bilinçsiz etkilenmeyen çağdaş matematikçi yoktur. Tüm matematikçilere baş sağlığı dileriz. MD

The New York Times

14 Ağustos 2003 tarihli The New York Times gazetesinde Paul Lewis imzasıyla aşağıdaki taziye yazısı yayımlanmıştır.

Matematiğin büyük figürlerinden İsviçre doğumlu Armand Borel Pazartesi günü Princeton, NJ'de öldü. 80 yaşındaydı. Kızı Dominique Odette Susan ölüm nedeninin kanser olduğunu bildirdi.

İleri Araştırmalar Enstitüsü'nden profesör olarak emekli olan Dr. Borel, İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra değişik zamanlarda ve değişik yerlerde matematiğin gelişimine derin etkisi olmuş iki matematikçi grubunda önemli rol oynadı.

Savaştan hemen sonraki yıllarda, Dr. Borel, aralarında Jean Leray, André Weil, Henri Cartan ve Jean-Pierre Serre gibi matematikçilerin de bulunduğu ve kendilerini arka planda bırakarak Bourbaki adını alan bir Fransız matematikçi grubuna yakındı. Bourbaki, 1870 Fransız-Prusya savaşında görkemli bir biçimde başarısızlığa uğramış bir generalin adıdır.

Bourbaki matematiğin tüm kavramlarını yeniden tanımlayarak matematiğe yeni bir ahenk ve soyutlama düzeyi getirmek gibi zor bir görevi üstlendi. Dr. Borel, Bourbaki'nin bu uğraşı için, gülererek, "ikinci Fransız devrimi" derdi.

Dr. Borel'in katkısı, adını Norveç matematikçi Sophus Lie'den alan Lie gruplarını yaşamı boyunca incelemesinden ve bulduklarını matematiğin diğer alanlarına uygulamasından kaynaklanmaktadır. Lie grupları bazı sürekli matematiksel simetrileri içeren kümelerdir.

Lie gruplarının modern matematikte gittikçe daha önemli bir rol oynamasıyla Dr. Borel'in ça-

lışmalarının çağdaş matematiğin gelişimindeki etkisi de artmıştır.

1960 ve 70'lerde Dr. Borel, 1957-1970 arası profesör olarak bulunduğu Enstitü'de ikinci bir matematikçi grubunun ön saflarında yer almıştır. Bu grup, André Weil dışında, Amerikalı Robert Langland ve Belçikalı Pierre Deligne'yi de içermektedir.

Dr. Borel ve arkadaşları, önemli ölçüde Langlands'tan esinlenerek, Lie gruplarında kazandıkları bilgi ve sezgiyle sayılar kuramında derin ilişkiler bulmaya yöneldiler.

1991'de Amerikan Matematik Topluluğu AMS'nin Steele ödülünü alırken yapılan sunuş konuşmasında, Borel'in çalışmalarının geniş çapta bir matematiğe uygulama alanı oluşturduğu, gözlem ve düşüncelerinin matematiksel etkinliğin ilgi odağı haline gelen yapılara ve mekanizmalara ışık tuttuğu belirtilmiştir.

1973'te, Dr. Borel, sosyolog Robert N. Bellah'ın Enstitü'ye profesör olarak atanması konusunda Enstitü'nün yöneticisi Dr. Carl Kaysen'le oldukça gürültü koparan bir tartışmaya girişen bir grup akademisyenin başını çekti. Akademisyenler hem Robert N. Bellah'ın uzmanlığını hem de bir sosyoloji bölümünün kurulmasını sorguluyorlardı. Sonunda Dr. Bellah Enstitü'ye atanmadı.

Armand Borel 21 Mayıs 1923'te İsviçre'nin Fransızca konuşulan küçük bir kasabasında, La Chaux-de-Fonds'da doğmuştu. 1949'da Zürih'teki İsviçre Federal Teknoloji Enstitüsü'nden mezun oldu ve 1952'de Gabrielle Aline Pittet'yle evlendi.

Bir müzik âşığı olan Dr. Borel 1985'ten 1992'ye kadar İleri Araştırmalar Enstitüsü'nde konser programları düzenlemiştir.

Ardında eşini, New York'ta ikâmet eden kızları Dominique ve Anne Christine Borel'i bırakmıştır.

Armand Borel'in İstanbul Macerası

Ali Nesin* / anesin@bilgi.edu.tr

Birçok matematikçi gibi ben de Borel'le yetiştim, çoğu zaman hangi Borel'den sözedildiğini bilmeden, Emile mi, Armand mı? Emile Borel Fransızdır, Armand Borel İsviçreli.

Doktora yıllarımda, Armand Borel'in Doğrusal Cebirsel Gruplar (Linear Algebraic groups) adlı kitabını satır satır ve tekrar tekrar okumuştum. Hâlâ başvuru kitabımdır.

Kendime doktora problemi olarak "Borel altgrupları"yla ilgili bir problem seçmiştim. Tez hocam, bugün hâlâ daha şaşıtığım bir önseziyle, bu problemin çok zor olabileceğini, ama aynı önemde bir başka problemden daha umutlu olduğunu söylemişti. Aynen dediği gibi çıktı. Borel altgruplarıyla ilgili problemin yanıtı yirmi yıl sonra bugün de bilinmiyor.

Okulu bitirdikten birkaç yıl sonra, bir meslektaşımınla araştırma yaparken, pek iyi bilmediğimiz Lie grupları konusunda çok temel olduğunu sandığımız bir soruyu çevremizde bulunan uzmanlara sormuş, hiçbirinden doyurucu bir yanıt alamayınca, "bunu bilse bilse Armand Borel bilir" deyip hiç tanışmadığımız Armand Borel'e yazmıştık. O zamanlar elektronik posta daha yoktu. Kısa zamanda yanıt geldi. Bir buçuk sayfalık bir mektuptu. Sorduğumuz soruya kesin yanıt veriyordu.

Aradan yıllar geçti, ama Borel'siz bir tek günüm geçmedi diyebilirim.

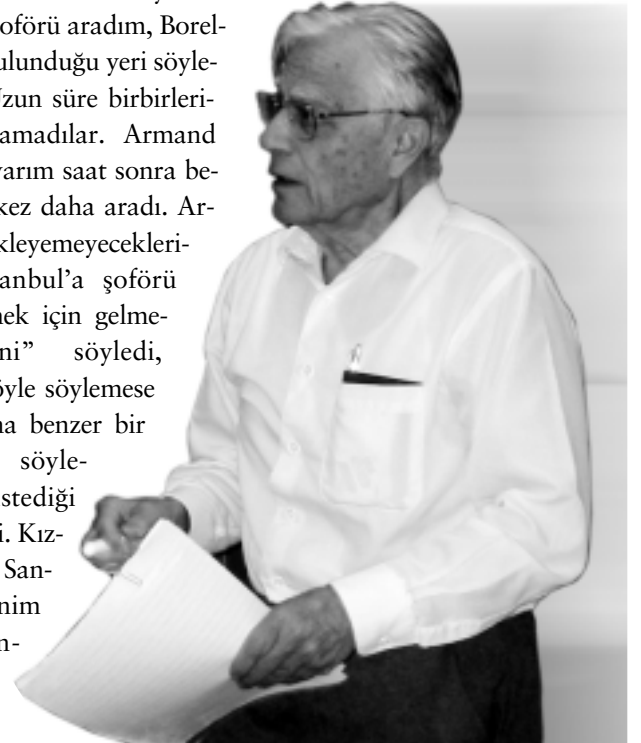
Geçen yıl Eylül ayında İstanbul Bilgi Üniversitesi'nde düzenlediğimiz bir konferansa Armand Borel katılmayı kabul ettiği zaman elim ayağıma dolandı. Yirminci yüzyılın matematiğini bunca etkilemiş bir matematikçiyi ağırlamak gerekiyordu...

Zayıf, asık suratlı, çok sert görümlü, ak saçlı bir adamla karşılaştım. Çok az konuşuyordu. Sohbet konusu açmak, hoş gitmek, sevmek, espri yapmak, şakalaşmak gibi kaygıları yoktu. Soruları da yanıtları gibi birkaç sözcükten ibaretti. Anlamsız, gereksiz, öze dokunmayan tek bir söz çıkmıyordu ağzından. Sesi de çok tok ve çok güzeldi. Asık suratlıydı ama, gülmeye yakın gülümsemesi çok içtendi, sessiz sessiz gülerken de içi hopluyordu. Eşi Gaby de tam tersine her şeye şaşan, neşeli,

kahkahalar atan, çok candan bir insandı. Gaby bir konuyu yanlış anladığında ve yanlışında ısrar ettiğinde, ben de bozuntuya vermemek için ses çıkarmadığımda, Armand Borel çok sert bulduğum bir biçimde eşini uyarıyordu. Gaby, bu azarlamalara elli küsur yıldan beri alışmış olmalı ki umursamıyordu bile, "haaa, öyle mi" deyip daha da neşelenerek konuşmasını sürdürüyordu.

Güzel bir otelde yer ayırtmıştım. Ayrıca üniversite şoförlü bir araba da tahsis etmişti. Buna çok şaşırды, "Sahi mi, bu araba hep bizim, öyle mi?" diye sorarak emin olmak istedi. Batı ülkelerinde hocalar bu kadar itibar görmezler. Bir haftadan fazla kalacaklardı. Kaldıkları sürece İstanbul'u o arabayla gezdiler.

Birinci gün konferans daha başlamamıştı. İstanbul'u gezebilirlerdi. Hem işlerimin yoğunluğundan hem de Borel'den çekindiğimden geziye katılmak istemedim. Şoföre ayrıntılı talimatlar vererek nereleri gezdirmesi gerektiğini söyledim. Aksilik bu ya, daha ilk gün arabaları trafik polisi tarafından çekilmiş, sanki İstanbul'da çekilecek başka araba yokmuş gibi! Şoför arabayı almaya gidip geldiğinde de Borel'leri bulamamış! Armand Borel beni aradı. Canı sıkındı. Buldukları yeri öğrendim. Orada beklemesini rica ettim titreyen bir sesle. Şoförü aradım, Borel'lerin bulunduğu yeri söyledim. Uzun süre birbirlerini bulamadılar. Armand Borel yarım saat sonra beni bir kez daha aradı. Artık bekleyemeyeceklerini, İstanbul'a şoförü beklemek için geldiklerini" söyledi, tam böyle söylemese de buna benzer bir şeyler söylemek istediği belliydi. Kızgındı. Sanki benim herhan-



* İstanbul Bilgi Üniversitesi Matematik Bölümü öğretim üyesi.

Aramızdan Ayrılanlar

gi bir suçum varmış gibi bin özür dileyerek biraz daha beklemelerini rica ettim. Sonunda buluştular. Ben de bu vesileyle Armand Borel'in ne kadar aksi bir yaşlı adam olduğunu bir kez daha öğrendim.

Ertesi gün konferansta gördüm kendisini. Çekine çekine hal hatır sordum. Otelden memnunmuşlar. Her şeye karşın çok hoş bir gün yaşamışlar. O sırada da eşi Gaby arabayla İstanbul'u dolaşıyordu.

Büyük insanlar büyük saygı gösterilerinden hoşlanmazlar. Bunu bildiğimden kendisine olabildiğince mesafeli davranıyordum, çünkü kendisine duyduğum büyük saygıyı söz ve hareketlerimle ifade etmemem imkânsızdı. Ama uzaktan da olsa bir ihtiyacı olup olmadığını kontrol ediyordum.

Konferansı pür dikkat izliyordu. Hiçbir konuşmadan sıkıldığı, dinlemeyi bırakıp başka şeyler düşündüğü olmadı. Sorular soruyor, yanıtlar veriyor, yorumlarda bulunuyordu. Her zaman olduğu gibi kısa ve net sözlerle... Bir ara bir konuşmacı bir soru sorup sorunun kısmi yanıtını verdi. Borel bu yanıtı şaşıtı. Başını iki eline alıp oturduğu sandalyede iki büküm oluşunu hiç unutamayacağım. Yüzünde neredeyse acı çeker gibi bir ifade vardı. Düşünüyordu...

Konferansta çok da güzel bir konuşma verdi.

Konuşmasından sonra öğle yemeğinde Doğrusal Cebirsel Gruplar kitabını imzalattım kendisine.

Konuşmasını yazarsa bu konferansın yazılarını kitap olarak basabileceğimizi söyledim. Bunu yapabilmesi için son yıllarda yapılanları gözden geçirmesi gerektiğini, bunun çok zaman alacağını, böyle bir sorumluluk alamayacağını söyledi. Şimdi anlıyorum: Meğer zamanı yokmuş.

Bir gece hep birlikte yemeğe gittik. Genel konu matematikti elbette. Uzun uzun Bourbaki'den sözettim. Nasıl başladığını, nasıl yazdıklarını, kimin neyi yazdığını, seminerlerini anlattı. Söz konusu matematik olduğunda heyecanla konuşuyordu, belki içkinin verdiği rahatlık da vardı... Kendisi de Bourbaki ekibinde olduğundan bu tarihi hikâyeyi yakından dinlemek çok zevkliydi. Bir ara, kim ne kadar karşı çıkarsa çıksın, kim ne derse desin, Bourbaki'nin kazandığını, matematiği kendi istediği

yönde değiştirdiğini söyledi. Keşke yanımızda ses alma cihazımız olsaydı, ama o zaman belki de bu kadar rahat sohbet etmezdi.

Bir hafta boyunca Borellerle sadece konferansta görüştük. Araba sefalarına katılmıyordum. Bunun suçluluğunu duydum. Yanımda kendini rahat hissettiğini anladım, benim saygım da sevgiye dönüşüyordu hızla, ama gene de çok yakın davranamıyordum. Telafi etmek için evime davet etmeyi aklımdan geçirdim ama o kadar büyük bir matematikçiyi hangi sohbetimle, hangi bilgi birikimimle eğlendirecektim? Uzun bir tereddütten sonra davetimi Borellere açtım. Hemen kabul ettiler, üstelik seve seve geleceklerini belli ederek... Bölümden diğer arkadaşları ve eşlerini de çağırdım ve sofrayı Türk yemek ve mezeleriyle ve en güzel şaraplarıyla donattım. Çok hoş bir akşam oldu. Matematikten pek söz edilmedi. Nerdeyse



se otuz yıldır görmediğim, daha o zamandan büyük matematikçi olacağı belli olan lise arkadaşım Mark Berger'i çok yakından tanıyormuş, ondan her ikimiz de sevgi ve hayranlıkla bahsettik. Dünya ne küçük! Türkiye'de bir yıl geçirmesi olasılığından sözettim, istediği konuda ders verebilirdi. Belki bir yıl değil ama birkaç aylığına seve seve gelmek istediğini belirtti.

Nesin Vakfı'ndan, sanattan, edebiyattan, matematik bölümünden bahsettik. Eski kitaplarını bölümümüze bağışlamayı teklif etti. Hem İsviçre'deki evinde varmış hem de Amerika'daki. İsviçre'deki kitaplar geldi. Ayrıca kitaplarla birlikte Nesin Vakfı'na bir de bağış geldi. Ama Amerika'daki değerli kitaplarını aldirtamadık.

İstanbul'dan çok mutlu ayrıldılar, çok sevdiler, sevindiler.

Yaşından umulmayacak kadar dinçti demek doğru olmaz. Dinçti! Hem fiziksel hem de zihinsel olarak yaşını belli etmiyordu. Demek ki sadece görünürde öyleymiş.

Tüm bunlar geride kaldı. Doğanın kendisine ihsan ettiği yeteneği boşa harcamayan ender insanlardan biri dünyamızdan geldi geçti. Bundan böyle, insanlığın en muhteşem eserlerinden biri olan matematiğe yaptığı olağanüstü katkılarında yaşayacak. Hakettiği huzur içinde yatsın.

Armand Borel

Ilhan İkedâ* / ikeda@bilgi.edu.tr

Armand Borel'le İlk Karşılaşmam. Armand Borel'in adını ilk kez matematikle çok ciddi olarak ilgilenmeye başladığım ortaokul yıllarımda duydum. Babamın ileri seviyede matematik kitaplarından oluşan çok zengin bir kütüphanesi vardı. Boş zamanlarımda o kütüphaneyi karıştırdım ve bundan çok heyecan duyardım. Bir müddet sonra orada bulduğum Jacobson'un Soyut Cebir'e Giriş kitabının birinci cildini, babamın da teşvikiyle okumaya başladım. Artık belli başlı cebirsel yapılar hakkında temel bilgilere sahiptim ve basit kanıtlar yapabiliyordum. Bu cebirsel yapılar, üzerlerinde tanımlı olduğu cebirsel işlemin $xy = yx$ eşitliğini sağlayıp sağlamadığına göre abelyen veya non-abelyen olmak üzere ikiye ayrılıyorlardı. Genel olarak abelyen yapıları incelemek, örnek bulmak kolaydı. Abelyen olmayan yapı örneği elimde yoktu. Bu sorunumu babamla paylaştığımda, babam bana belli başlı matris guruplarını anlatmış, ve matris guruplarının çok derin bir teorisinin olduğunu söylemişti.

Böylece, o sıralarda, elime Armand Borel'in, bu konunun kutsal kitabı olarak kabul edilen, etkileyici fakat bir o kadar da zor lineer cebirsel gruplar üzerine yazdığı kitabı elime geçti. Uzun zaman, benim için, Armand Borel o kitap (ve otomorfik L -fonksiyonları üzerine yazdığı bir makale) demek oldu.

Armand Borel'le İkinci Karşılaşmam. Armand Borel'le ikinci karşılaşmam 1989'da bir kış günü oldu. Yüksek lisans yaptığım üniversite Noel tatiline girmişti. O kadar çok kar yağıyordu ki, odamdan dışarı adım atmak bile istemiyordum. İşte böyle bir akşamüstü, kasabanın ana caddesindeki kafelerden birinde akşam yemeği yemek için birkaç

bölüm arkadaşım ile birlikte karlı yollara daldık. Sokakta, o zaman hocalarımız olan Gerd Faltings¹ ve Frederic Bien'e² rastladık, yanlarında yaşlıca bir adam da vardı. Faltings ve Bien ellerinde koca koca tornavidalar, İngiliz anahtarlarıyla yoldaki kar ve buz nedeniyle ağaca çarpmış bir arabanın bagaj kapağını açmak için uğraşıyorlar, yanlarındaki yaşlıca adamın söylediklerini ellerinden geldiğince yapmaya gayret ediyorlardı. O karmaşa esnasında, orada bulunan yaşlıca adamın meşhur Armand Borel olduğunu Frederic Bien kulağıma fısıldamış, ve kendisiyle ilk defa bu şartlar altında karşılaşmıştım.

O karlı kış akşamından sonra, sadece bir kitap ve bir makaleyle özdeşleştirdiğim Borel, artık bir kişilik olarak da kafamda yer etti...

Armand Borel Kimdir? Peki kimdir bu Armand Borel? 21 Mayıs 1923'te İsviçre'nin Fransızca konuşulan Chaux-de-Fonds kasabasında doğmuş, üniversite lisans eğitimini Zurich'deki Federal İsviçre Teknoloji Enstitüsü'nde (Institut Federal Suisse de Technologie) 1947'de tamamlamıştır. Oradan Paris'e Fransa Bilimsel Araştırma Merkezi (CNRS) kanalıyla gelmiş, doktorasını 1952'de Paris Üniversitesi'nde tamamlamıştır.

Meslek hayatının ilk yıllarında, aralarında André Weil, Jean-Pierre Serre, Henri Cartan gibi isimlerin de bulunduğu ve kendilerine mizahi olarak Nicolas Bourbaki adını taktıkları bir matematikçiler gurubuna katılır. Bu grubun ideali, matematiği yeni baştan bir bütün halinde, son derece soyut bir seviyede yazmaktır. Bourbaki grubu, çalışmalarının ürünü olarak, şu an standart referanslar olarak kabul gören, Matematiğin Temelleri adı altında pek çok cilt yayımladı.

Bu sıralarda, Belçikalı matematikçi Jacques Tits'le beraber, daha sonraları özellikle sayılar teorisinde merkezi önemi olacak olan Lie grupları ve cebirsel gruplar üzerine çok önemli ve temel çalışmalar yaparlar. Borel ayrıca, o yıllarda, modern cebirsel geometrinin temellerinin atıldığı, Alexander Grothendieck'in meşhur seminerlerine de katılır.

* İstanbul Bilgi Üniversitesi Matematik Bölümü öğretim üyesi.

1 Mordell sanıtını kanıtlamasıyla 1986'da Fields Madalyası kazanmış, meşhur cebirsel geometriçi. Şu an, Bonn'da bulunan Max Planck Matematik Enstitüsü müdürüdür.

2 MIT'den doktorasını yeni tamamlamış, zeki bir cebirci. Daha sonra matematiği bırakıp, güneşli California'nın Los Angeles şehrinde bir "çöpçatanlık bürosu" açtı! En son duyduğum, bu işte çok başarılı olduğudur...

Aramızdan Ayrılanlar

Üstün yaratıcılığı ve çalışkanlığı sonucu Borel, 1957'de, Princeton'da bulunan ve teorik bilim merkezlerinin Olimpus'u olarak kabul edilen meşhur İleri Çalışmalar Enstitüsü'nde (Institute for Advanced Study) profesör olur. Enstitü'de, Pierre Deligne, Harish-Chandra, Robert P. Langlands, Atle Selberg ve André Weil gibi, matematiğe şekil veren matematikçilerden biri olur.

Hint Müziğinin Matematiksel Yapısı. Tekrar yüksek lisans yaptığım günlere dönersek, o karlı kış gününden sonra, Borel'le pek çok kez, üniversite-deki veya enstitüdeki seminerlerde karşılaştım, ancak kendisiyle konuşma fırsatım hiç olmadı.

Doktoramı aldıktan birkaç yıl sonra, André Weil'in yazdığı bir kitaptan esinlenerek Hindistan'ın yolunu tutmuştum. Sanırım o sıralarda André Weil gibi Hindistan'a gidersem onun gibi bir matematikçi olurum diye bir fikre sahiptim! Sonuç olarak, Hindistan'ın ortasında bulunan Allahabad şehrindeki Harish-Chandra Enstitüsü'nde çalışmaya başladım. Harish-Chandra, bir önceki Matematik Dünyası'nda tanıttığımız dahi Ramanujan'la birlikte, Hindistan'ın yetiştirdiği en büyük matematikçidir. Allahabad'ta doğup üniversite eğitimi bu şehirde aldığı için, Hindistan hükümeti, Bombay'da bulunan meşhur Tata Enstitüsü'ne kardeş (ve aynı zamanda rakip) olacak, Harish-Chandra adına matematik ve teorik fizik konularında ileri araştırmalar enstitüsünü Allahabad'a kurmayı zamanında kararlaştırmış.

Allahabad Hindular için kutsaldır, çünkü Hindistan'da kurumayan yegâne iki nehir olan Ganj ve Jamuna tam olarak Allahabad şehrinde bir araya gelirler, ve bu Hindu inancında çok önemlidir. Çalıştığım Harish-Chandra Enstitüsü, büyükçe bir kampüs içinde, tam bu iki büyük nehrin birleştiği noktada kuruludur. Kampüs çok güzel ağaçlarla ve rengârenk çiçeklerle bezenmiş, bünyesinde civil öten kuşları, pek çok ufak hayvanı barındıran bir doğal parktır adeta. Çalışmadan sonra, özellikle akşamları, hava serinlemeye ve güneş alçalmaya başladığı saatlerde, kampüs içinde yürüyüş yap-

mak çok hoşuma giderdi.

Artık alışkanlık haline getirdiğim akşam yürüyüşlerimin birinde, güzel bir ağacın önünde, üstünde bu ağacın Borel ailesi tarafından dikildiğini belirten, altın sarısı bir plaket dikkatimi çekti (botanik konusunda bilgim son derece zayıftır, o nedenle o ağacın türünü bilmiyorum.) Enstitü'de beraber çalıştığım Dipendra Prasad'a bu gördüğümü anlattığımda, Hint müziğinin son derece matematiksel bir yapısı olduğunu, bu nedenle Borel'in Hint müziğine çok ilgi duyduğunu, ve her yıl Madras'da yapılan müzik festivaline ailesiyle geldiğini söyledi. Borel Hindistan'a bu vesileyle geldiğinde de, belli başlı enstitülerde matematik seminerleri vermiş ve bu enstitüye de pek çok kez gelmiş, ağacı da o ziyaretlerinden birinde dikmiş.

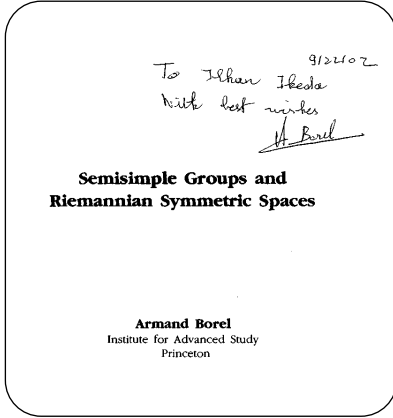
O enstitüde bulunduğum sürece Borel'in ağacı bana arkadaşlık etti. Sık sık o ağacın altında oturup, kimi zaman heyecanlı kimi zaman da hüzünlü düşüncelere daldım...

22 Eylül 2002. Son olarak Armand Borel'le geçen 2002'nin sonbaharında, İstanbul Bilgi Üniversitesi'nin düzenlediği Lie grupları üzerine bir konferansta karşılaştım. Konferansın son günü, Allahabad'ın dar ve tozlu sokaklarının birinde bulunan, loş, küçük ve

rutubetli ama içi tıkabasa kitap dolu bir kitapçıdan aldığım yarı-basit gruplar ve simetrik uzaylar üzerine yazdığı kitabımı bana imzalamasını rica ettim. O az bilinen Hint baskısı kitabı görmekten Borel mutluluk duymuş, hayrete düşmüş ve severek kitabımı imzalamıştı.

Bu yazıyı yazarken o günü tüm canlılığıyla anımsıyorum. Borel'in kitabımı imzaladığı tarihi biraz önce kontrol ettim. Tarih 22 Eylül 2002'di.

Armand Borel'in Matematiğe Katkıları. Armand Borel'in matematiğe katkılarını birkaç sayfada basitçe özetlemenin olanaksız olduğunu belirterek bu paragrafa başlıyorum. Borel'in çalışmaları matematikte son derece merkezi bir konumdadır. 1948-1999 arası çalışmaları Springer-Verlag tarafından dört cilt olarak yayımlanmıştır. Borel'in ne



Aramızdan Ayrılanlar

kadar derin işler yaptığını bir örnek vererek anlatmaya çalışayım. Bu noktadan itibaren okurun biraz cebir, biraz analiz ve biraz da sayılar kuramı bildiğini kabul ediyorum.

Bir F sayı cismi için, O_F , F 'nin tamsayılar hal-kasını belirtsin. Dedekind, Riemann ζ -fonksiyonu-
nu genelleştirerek, F sayı cismi için,

$$\zeta_F(s) := \prod_{\wp} (1 - 1/N(\wp)^s)^{-1}$$

fonksiyonunu tanımlar. Bu sonsuz çarpım O_F için-
deki sıfırdan farklı \wp asal idealleri üzerinde tanım-
lanmıştır ve $\text{Re}(s) > 1$ yarı-düzleminde yakınsaktır.
 $\zeta_F(s)$ fonksiyonu tüm kompleks düzleme meromorf
olarak devam ettirilebilir. Sadece $s = 1$ noktası, bu
fonksiyon için basit kutup olur. Dedekind ζ -fonksi-
yonu adıyla anılan bu fonksiyon sayılar kuramında
merkezi bir rol oynar.

Şimdi F sayı cisminin \mathbb{Q} üzerindeki derecesinin
 n olduğunu varsayalım. Bu durumda, farklı
 $\iota: F \rightarrow \mathbb{Q}$ gömmelerinin sayısı n 'dir. Eğer r_1 ile
 $\iota(F) \subset \mathbb{R}$ koşulunu sağlayan gömmelerin sayısı ve
 $2r_2$ ile de $\iota(F) \not\subset \mathbb{R}$ koşulunu sağlayan gömmelerin
sayısını gösterirsek, $n = r_1 + 2r_2$ eşitliği sağlanır.

F sayı cisminin önemli değişmezlerinden biri
olan ve h_F ile gösterilen sınıf sayısını hesaplamak
genellikle son derece zordur. Bu yönde elde edilmiş
(ve iyi bilinen) sonuç Dirichlet'ye ait şu eşitliktir:

$$\lim_{s \rightarrow 1} (s-1)\zeta_F(s) = \frac{2^{r_1+r_2} \pi^{r_2} R_F h_F}{\Omega_F |\Delta_F|^{1/2}}$$

Burada, Δ_F ile F 'nin diskriminantını, Ω_F ile O_F
içinde $X^N = 1$ koşulunu sağlayan eleman sayısını,
ve R_F ile de F 'nin regülatörünü gösteriyoruz.

Armand Borel, SL_n cebirsel grubunun belli
özelliklerini incelerken, F cisminin regülatörü
 R_F 'ye benzeyen, ancak modulo \mathbb{Q}^\times tanımlanmış
 F 'nin yüksek regülatörleri R_m 'ler ($m = 1, 2, \dots$) için,

$$R_m \equiv |\Delta_F|^{1/2} \zeta_F(m+1) \pi^{-(r_1+r_2)(m+1)} \pmod{\mathbb{Q}^\times}$$

formülünü kanıtlar. Borel'in bu sonucu, Dirich-
let'in sınıf sayısı formülüyle birlikte, Dedekind ζ -
fonksiyonları üzerine bildiğimiz en derin sonuçlar-
dandır.

Dikkate değer, çok enteresan bir nokta da, F
cisminin regülatörü R_F , belli logaritmik ifadelerin
yer aldığı bir kare matrisin determinantından iba-
rettir. Diğer taraftan, $\zeta_F(2)$ değerini Borel'in teore-
mi yardımıyla hesaplamaya çalıştığımızda, R_1 yük-
sek regülatörü katsayıları "dilogaritmik" ifadele-
rin yer aldığı bir kare matrisin determinantından
ibarettir. Donald Zagier, Armand Borel'in bu for-
mülünü iyice ilerleterek, son derece derin sonuçlar
ileri sürmüştür.

Armand Borel, zamanımızın en önde gelen ma-
tematik figürlerinden biridir. Geride bıraktığı eser-
ler pek çok matematikçiye esin kaynağı olmaya de-
vam edecektir.

Yale Üniversitesi'nde Armand Borel demek,
André Weil, Harish-Chandra ve Robert
Langlands'ın da içinde yer aldığı kategori-
de **olağanüstü matematikçi** demektir. Onun Linear
Algebraic Groups kitabını anlamam tam bir yılımı
aldı.

İşlerimin yoğunluğu ve uzaklık nedeniyle İst-
anbul Bilgi Üniversitesi'nin düzenlediği matema-
tik seminerlerine katılamıyordum. Ama, yaklaşık
bir yıl önce semineri veren Armand Borel olunca,
iş yoğunluğuna ve uzaklığa aldırış etmeksizin İst-
anbul Bilgi Üniversitesi'ne gittim. Seminer arasın-

da da tesadüfen hocam İkedâ'nın oğlu İlhan İke-
da'yla karşılaştım ve kendisiyle aynı konularda uğ-
raştığımızı anladım. Bunun sonucu olarak da bir-
likte yaklaşık bir ay öncesine kadar yoğun semi-
nerler yaptık. Bu seminerlerin yarısı Armand Bo-
rel'in teorisini anlamaya yönelikti.

Tüm matematik dünyasının başı sağolsun ve
muhteşem matematikçi Armand Borel'in toprağı
bol olsun.

Barış Kendirli / bkendirli@fatih.edu.tr / Fatih
Üniversitesi Matematik Bölümü öğretim üyesi