

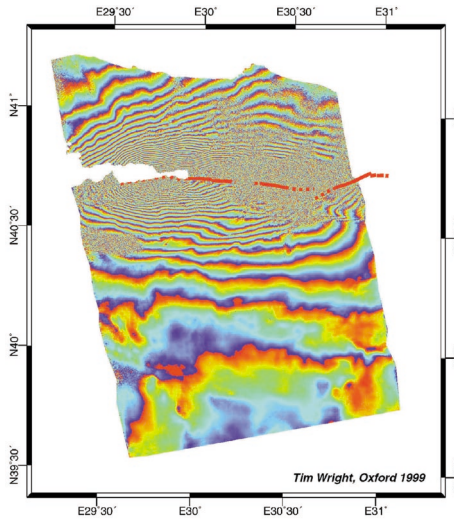
# Kuzey Anadolu Fayında, Görevde... Depremi Çalışmak

17 Ağustos 1999 İzmit depremi de, 12 Kasım 1999 Düzce Depremi de, bilimsel çalışmalarla öngörülmüştü. Bilim, günümüzün yerbilimi, depremlerin zamanını değilse de, yer ve büyüklüklerini başarıyla öngörebiliyor. Bu anlamda, bilimin sınavdan başarıyla geçtiğini söyleyebiliriz. Son depremler de dahil olmak üzere, Kuzey Anadolu Fayı üzerindeki hiçbir gelişme, bu hattı çalışan jeofizikçiler için sürpriz değil artık. İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü'nden Prof. Dr. Aykut Barka, bu başarıya emekleriyle katkıda bulunan yerbilimcilerimizden biri. Kuzey Anadolu Fayını, Marmara Denizi'nin yerbilimsel yapısını iyi tanıyan, elinde verileri, bu verileri değerlendirebilecek bir modeli olan Barka, arkadaşları ve uluslararası meslektaşlarıyla şu anda da işbaşında. Bilimin bu alanda nasıl işlediği, neyin nasıl bilinebildiğini kendi çalışmalarıyla da örnekleyerek açıklıyor...

**S**ON AYLARDA peş peşe yaşadığımız felaketler, yerbilimi gazetelere ve TV ekranlarına taşıdı. Basına yansıyan kısa değerlendirmelerin arka planındaysa, yoğun arazi çalışmaları, devasa boyutta uluslararası birikim ve bilimsel yayın trafiği var. Günümüzün yerbilimi, farklı ülkelerden önde gelen bilimciler ve farklı disiplinlerin işbirliğiyle var olabiliyor. Barka, "Bilim, problem üretme ve problemi çözmek için gözlem yapma, ölçme ve analitik yöntemler kullanılarak elde edilen verilerin tümünün fiziksel ve matematiksel bazda modellenmesini içeriyor" diyor. "Bunların hepsi birlikte değerlendirilince, olayı farklı yönleriyle algılayabiliyorsunuz. Deprem konusunda arazi gözlemlerinin yanı sıra deprem etkinliğinin ölçülmesi, GPS ölçümleri ve SAR interferometri analizleri önemli rol oynuyor. Ayrıca paleosismoloji yardımıyla önceki depremleri incelemek de olanaklıdır. Bütün bunlar sayesinde deprem olayını daha iyi anlayabiliyoruz."

Barka, bilimsel çalışmalarda, ön plana, uluslararasılık boyutunu çıkarıyor: "Ben tek başına çalışmayı sevmiyorum. Örnek vermek gerekirse, modellemede Süleyman Nalbant'la, sismolojide Haluk Eyidoğan'la çalışıyorum. TÜBİTAK MAM, Yerbilimleri ile hem sismoloji ve hem de GPS çalışmaları yapıyoruz.. En önemli konuya, bunun uluslararası ayağı. Uluslararası adlar bu alanda iyi yetişmiş in-

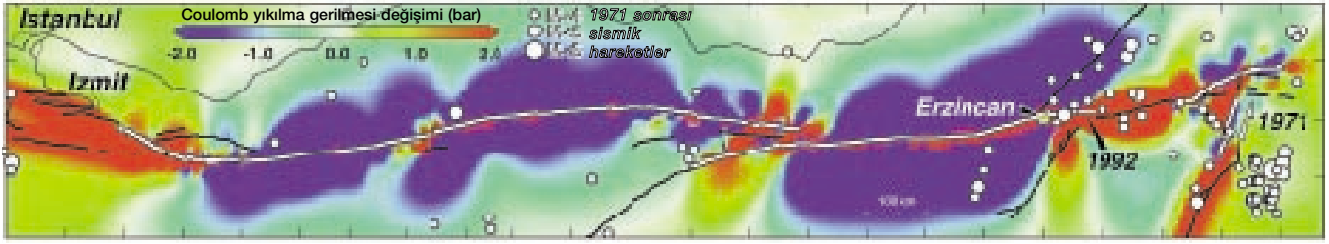
sanlar; çok deneyimliler. Bilimsel tartışmalar da son derece önemli. Söz gelimi, Celal Şengör'le tartışmak benim için büyük bir zevk. Paris, IPGP'den Rolando Armijo'yla da. Armijo sık sık Türkiye'ye gelir, birlikte 15-20 gün arazi çalışması yaparız. 1 yıl görüşmemişsek, o arada ne gelişmeler olmuş, onu tartışırız. ABD'den Ross Stein'la da sürekli iletişim halindeyiz. MIT'den Robert Reilinger ile GPS çalışmalarımız sürüyor. Pacific Gas and Electric Company ve Lettis firmasındaki yerbilimcilerle birlikte çalışıyoruz. Uluslararası 6-7 grupla, farklı konularda sürekli bağlantımız var.."



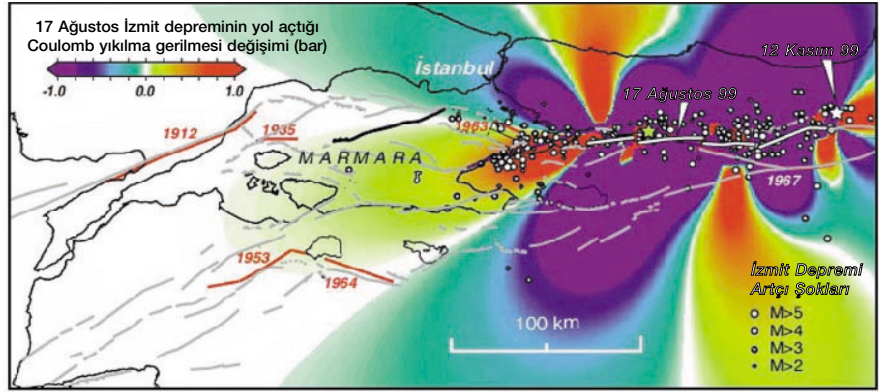
**17 Ağustos depreminden önceki ve sonraki uydu verilerinin bindirilmesiyle elde edilen interferometri görüntüsü. Eğrilerin kapanma eğilimi gösterdiği noktaya bakılarak, kırığın Hersek burnu dolaylarında bittiği açıkça görülüyor.**

Aykut Barka'nın uluslararası kişi ve kuruluşlarla sıkı bağlantıları, zaman, emek ve kaynakların verimli kullanılması konusunda da meyve vermiş. 17 Ağustos depreminin hemen ardından Türkiye'ye gelen uluslararası gruplar, İTÜ grubunun eşgüdümü sayesinde kırılan fay parçasını bölüşüp, işbirliği içinde çalışmışlar. "Depremin üzerinden iki gün geçmişti ki, ABD'nin ulusal bilim vakfı NSF, Türkiye'ye gelen iki gruba 60'ar bin ABD doları bütçe sağladı. Gelenlerle, 150 kilometrelik kırığı parçalar halinde çalışmaya karar verdik. Bir bölgeyi de Fransız ekibe ayırdık. Güney Kaliforniya Deprem Merkezi Gölyaka-Akyazı arasını, USGS Akyazı-Sapanca arasını aldı. Sapanca'yla İzmit körfezini biz çalıştık. Gölcük bölgesini de Fransız grup aldı. Bu çalışmaların sonucunda kapsamlı bir yayın çıkacak. Başta bizim ekibimizin imzasını taşıyan bir makaleyi *Journal of Geophysical Research*'te yayımlatacağız. Bu da, uluslararası bilimsel saygınlığımız açısından çok önemli..."

Yabancı grupların bütçe sağlama ve hızlı davranmadaki başarıları örnek nitelikte. Barka, Türkiye'deki bazı üniversitelerin, depremin üzerinden aylar geçtikten sonra, yani, yüzey kırıklarının çoğu kaybolmuşken daha yeni yeni yüzey kırıklarıyla ilgili arazi çalışması önerileri sunabildiklerini açıklıyor. Yerli ekiplerin elindeki en büyük güç, kişisel özveri, kararlılık olmuş: "Biz de proje önerisi su-



Üstteki grafik, İzmit depremi öncesindeki son gerilme dağılımını gösteriyor. Barka, Stein ve Dietrich tarafından ilk olarak 1997'de yayımlanmıştı. İzmit'te 17 Ağustos'ta kırılan fay parçası üzerindeki gerilmenin yüksekliği seçilebiliyor. Sağdaki grafik, Aykut Barka'nın sağladığı verilerle Toda, Parsons ve Stein tarafından yeni hazırlanan gerilme dağılımı grafiği. 17 Ağustos İzmit depreminden sonra, 12 Kasım Düzce depreminden önceki dağılımı gösteriyor. Düzce depreminin yeri de sonradan işaretlenmiş. Bu deprem batı tarafını etkilemediği için, son durumu yansıttığı kabul ediliyor.



nup bütçe ayrılmasını beklemeye kalkışsaydık bu iş olmazdı. Başlarda İTÜ Rektörlüğünün sağladığı bütçe ve kendi araçlarımızla yola çıktık. Bazı çalışmalara, TOFAŞ, Ford Otosan, Demirbank, Yerlikaya Hukuk Bürosu gibi bazı özel kuruluşlar kendileri destek verdi..” diye açıklıyor Barka.

Arazide toplanan veriler, Ross Stein'in öncülüğüyle oluşturulan ve Barka'nın başarıyla KAF üzerinde uyguladığı Coulomb gerilme modeli için çok değerli. Bu model sayesinde, son İzmit depreminin, tarihi değilse de, yeri ve büyüklüğü yıllar öncesinden öngörülebilmisti. Bu çalışmalar, bilimsel dergilerde, TÜBİTAK Bilim ve Teknik dergisinin de dahil olduğu popüler yayınlarda duyurulmuştu. Coulomb modeli, Barka'nın eline olup biteni açıklamaya yarayan güçlü bir aygıt veriyor: “Coulomb modeli, akılcı bir yaklaşım getirdi. Bu yöntemi hâlâ eleştirenler de var tabii ki. Her şey zamanla yerine oturuyor. Oturmaman kısımlar için de model geliştirilecek. Bence bu haliyle de gayet iyi çalışıyor.”

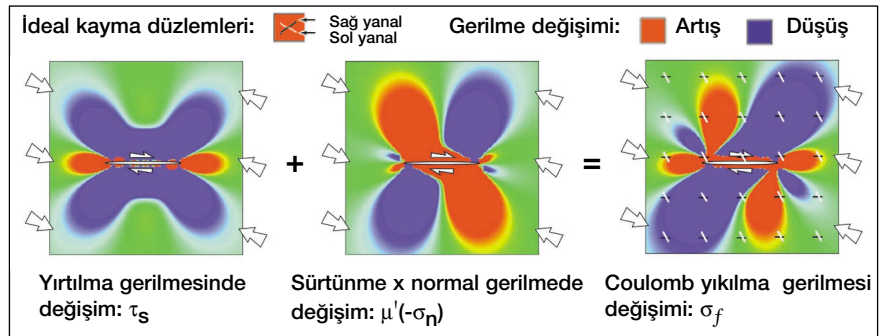
Bilimin buradaki başarısı sadece modelin iyi olmasıyla gerçekleşmiyor: “Model tek başına bir şeyi çözüyor. Fay geometrisinin çok iyi bilinmesi gerekli. Fay üzerindeki yer değiştirme verilerinin ölçülmesi gerekiyor. Bir fayın üzerindeki yer değiştirme değerlerini bilmiyorsanız, ya da onu bilmeden birşeyler söylüyorsanız kaybolursunuz. 5 metrelik bir

yüzey kırığıyla 10 santimetrelik yüzey kırığını aynı kefeye koyarsanız hiç değeri kalmaz..”

Barka, yer değiştirme verilerini toplamanın da her şeyin anlaşılivermesini sağlamadığı konusunda uyarıda bulunuyor: “Ayrıntı çalışmaları gerekiyor, tarihsel depremler yerlerine yerleştiriliyor. Biz bir bakıma filmi geriye aldığımızda, Ambraseys ve Finkel gibi araştırmacıların çalışmalarındaki tarihsel deprem verilerinin modele oturduğunu görüyoruz. Bu alanda bilimsel çalışma, sürekli GPS ölçümü alınmasını, fay bölgelerinde kazılar yapıp, alınan örneklerin tarihlendirilmesini gerektiriyor. Masa başında, tek bir yöntemle yürümüyor işler..”

Barka, elindeki veriler ve yöntemle Düzce depremini de öngörmüştü. Bu konudaki açıklamaları, depremin

den önce yaygın basında manşetlere yansıdı, Düzce'deki yerel bir kanalda iki kez kamuoyuna duyuruldu. Barka, modelin açıklığına karşın, Düzce depremini tartışırken, “deprem göçü doğuya döndü” gibi yorumlar yapanlara kızıyor: “Bilim adamları bir konu üzerinde çalışırken belli bir birikime dayanırlar; literatür bazında, düşünce bazında... Bir makale yazarken bir sentez yapıyorsunuz. Bu sentezi ne kadar çok yaparsanız o kadar olayların farkında olursunuz. En başta araştırma yapmak geliyor. Bu araştırmalardan da bir şeyler üretmek gerekiyor. Üretirken eksikleriniz ortaya çıkar. Bunların sayısı arttıkça, o konudaki bilginiz artıyor. Buna arka plan diyoruz. Bu olmayınca, olayları anlamak olanaksız. Anlamayınca da anlatamıyorlar. Anlatamayınca da, yorumlarıyla kimseyi tatmin edemiyorlar. Oysa,



King, Stein ve Lin'in, Coulomb modelini anlattıkları bir makaleden, Coulomb gerilme değişimi formülünün grafik gösterimini açıklayan şemanın, fay doğrultuları ve doğal ortam sıkıştırması KAF'ı andıracak biçimde değiştirilmiş hali. İdealize edilmiş bir fay parçası üzerindeki gerilme dağılımı gösteriliyor. Şemada,  $\tau_s + \mu'(-\sigma_n) = \sigma_f$  biçiminde yazılan temel Coulomb yıkılma gerilimi formülü bileşenlerine ayrılmış. Denklemin sağ tarafındaki  $\sigma_f$  ifadesi belli bir değer üzerine çıktığında fay parçası yırtılıyor.



**Ayktut Barka'nın çektiği bir hava fotoğrafında Hersek deltası. Noktalı sarı çizgi, fay parçasının geçtiği yeri gösteriyor.**

problemi bir kere çözebilmişseniz, olup bitenleri bir kahvehaneye gidip oradakilere bile anlatabilirsiniz.”

Düzce'de kırılan fay parçasının er ya da geç kırılacağı önceden de bilinebiliyordu, ama bunun 12 Kasım'da olacağını öngörmenin yolu yoktu. Barka, sıranın, bu kırığın doğusunda kalan, Düzce kolunu ana kola bağlayan bölgenin araştırılmasına geldiğini söylüyor. Buradaki fay yapısı tam olarak anlaşılabilmiş değil. Yaklaşık 10 kilometrelik eksik bir parça var. Burası, tek bir depremle bir kerede kırılıp ana kola bağlanacak olursa,  $M=6-6.5$  büyüklüğünde bir depreme karşılık gelebilir. Bu konudaki çalışmalar devam ediyor. Erzincan'ın doğusuna düşen ve neden hâlâ kırılmadığı anlamayan bir diğer boşluk gibi.

Barka'ya göre, Erzincan'ın doğusunda da yıllardır bir deprem bekleniyor. Bununla birlikte, o bölgede yerleşim seyrek, tek katlı olduğu için, deprem büyük bir yıkım getirmeyecek.

Barka için diğer bir sıcak araştırma konusu da, körfezdeki fay parçasının Hersek burnunu kestiği yer. Barka, Hersek burnundaki bugüne değin gözden kaçmış tepe oluşumunun, buradan geçen fay parçasının ürünü olduğunu düşünüyor. Burun kuzey-güney doğrultusunda olduğu için, doğu-batı doğrultusunda uzanan bir fayla ilintisi olabileceği önceden düşünülmemiş. Burunun kuzey-güney doğrultusunda uzanması bir kıyı oluşumundan ibaret. Gözden kaçan tepe ise, KAF doğrultusunda, doğu-batı

yönünde uzanıyor. Barka, Harita Genel Komutanlığı'ndan bölgenin hava fotoğraflarını alıp incelemiş. Ayrıca, Hersek burnu üzerinde uçuşlar yapmış: “Pacific Gas and Electric Company için körfez depremi çok önemli. ABD'de San Andreas fayıyla ilgi çalışmalarına örnek olarak körfez depremi deneyimimizi inceliyorlar. Hersek deltasıyla ilgili durumu açıkladığımda konuyla ilgilendiler ve buranın araştırılması için bütçe ayırdılar. Ayrıca TOFAŞ da projeye mali katkıda bulundu. Burada ana kolu bulmaya uğraşıyoruz. Pek çok kazı yaptık. Yaklaşık üç hafta çalışarak, Ekim'in 20'sinde kazıyı tamamladık. Çeşitli noktalardan, tarihlendirilmeyi bekleyen örnekler aldık. Çalışmalar ileride de sürecektir. Fayın bu noktasının en son hangi yılda kırıldığını öğrenmek bizim için çok önem taşıyor. Önümüzdeki kırılmanın ne kadar yakın olduğunu ve büyüklüğünü öngörebilmemizi sağlayacak.”

Barka, farklı kişi ve kurumların, hazırladıkları haritalar ya da değerlendirmelerini, tüm tartışmaları sonlandıracak olağanüstü çözümlermiş gibi sunmalarını onaylamıyor. Körfez bölgesi ve Marmara'nın içlerinin fay düzeneklerinin ayrıntı çalışmasının çok önemli olduğunu ve hâlâ yapılması gereken araştırmalar olduğunu anlatıyor. Kamuoyuna yansıyan sismik profillerde ayrıntı düzeyi yeterli değil: “Söz gelimi Sismik 1'in verilerinde görülebilen en küçük basamak 30-40 metre. Hersek burnunda kazdığımız tepeye baktığımızda, 20 metrelik bir

oluşumun önemini anlayabiliyoruz.. Ayrıntı bilgileri çok önemli.”

Barka, yerbilimin olup biteni açıklamaktaki tutarlılığına karşın, bilim çevrelerindeki basına yansıyan tartışmaların kafa karıştırıcılığından rahatsız: “Basının halkla bilim arasındaki köprüyü iyi kurması gerekiyor. Bu köprü ne kadar iyi kurulursa, bilim adamlarının bildiği halka o kadar iyi yansır. Bunun sağlanabilmesi için de, basının seçici olması gerekiyor. Belli bir konuda görüşü alınacak kişinin o konuda ne kadar söz sahibi olduğunun incelenmesi gerekiyor. Örneğin, o konuda kaç araştırma ve yayın yapmış? Bunlar uluslararası bilim literatüründe kaç atf almış gibi. Fikri ve geçmiş olmayan kişilerin görüşüne başvurulmamalı.” Barka, seçimin doğru yapılması durumunda, görüş ayrılıklarının bu günkü gibi sorun olamayacağını savunuyor: “Yeterli kişiler tartışır, doğrular ve eksikler ortaya dökülebilir. Çok daha seviyeli, olumlu sonuçlar veren tartışmalar olur. Kimsenin bu derecede kafası karışmaz. Örneğin, benim ve Celal Şengör'ün modelleri arasında da farklılıklar var. Onun modeli aslında benimkiye yakın. Benim modelim de Celal'in modeline yakın. Ben yine de, onun düşündüğü gibi tek bir fay parçası olabileceğine inanmıyorum. Birlikte bunları değerlendirirken, belli bir tartışma seviyesi tutturabiliyoruz. Hiçbir zaman bu yüzden kırılmadık.” Aykut Barka, basının doğru kişilerin görüşlerine başvurulduğu durumlarda bile, söylenenleri doğru anlama ve doğru aktarmaya özen göstermeyebildiğini söylüyor: “Siz olma olasılığından bahsediyorsunuz, onlar olacak diyor.”

Ayktut Barka'nın, dergimizle bu görüşmeyi yaptığı sırada ve öncesinde, yoğun arazi çalışmaları, bilimsel ve popüler toplantılar, dersler, basın açıklamaları ve benzeri çalışmalarla dört bir yandan ne denli kuşatılmış olduğuna tanık olduk. Kendisine ve yerbilimcilerimizin tümüne dayanma gücü ve başarı diliyoruz.

Özgür Kurtuluş

Kaynaklar:

- King G.C.P., Stein R.S., Lin J., “Static Stress Changes and the Triggering of Earthquakes” *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 2 Mart 1994  
Stein R.S., Barka A.A. ve Dietrich J.H., “Progressive Failure on the North Anatolian Fault since 1939 by Earthquake Stress Triggering”. *Geophys. J. Int.*, 128,594-604.,1997