

Gerilim Tahmini: Görünürde uygulanabilir üçüncü strateji

Stuart Crampin

Çeviren: Şükran Şahbudak
Hacettepe Üniversitesi Hidrojeoloji
Mühendisliği, Bölümü Öğrencisi
ssahbudak@hotmail.com

Şimdiye kadar yapılan bütün tartışmaların konusu depremlerin oluş zamanı, yeri, kırılma mekanizması, kaynağın yapısı, depremin olası habercileri gibi konulardır. Depremler çeşitlidir ve bunları bir kalıba sokmak zordur. Depremlerin en önemli özelliği, geniş hacimli zayıf kayalar üzerinde ister istemez biriken büyük miktardaki gerilimin ortaya çıkmasıdır. Eğer bu gerilim birikimi izlenebilirse depremin zaman ve büyüklüğü, kırık kritik bir noktaya geldiğinde gerilim tahminine konu olabilir. Ben bunu zaten bildiğimizi söylüyorum. Bu etkiler dünya çapındaki sekiz deprem için gözlenmiş ve M=5 büyüklüğündeki bir depremin zaman ve büyüklüğünün başarılı bir gerilim tahmini (stress forecast) yapılmıştır.

İmdi tartışmaya küçük bir gerçekçilik payı katalım. Depremler karmaşıktır ve gerilim alanının yönü ve büyüklüğü ile, fay düzleminin şekliyle, gerilim alanına bağlı olarak fay düzleminin yönelimiyle, akışkanların varlığı ve yokluğuyla, akışkanların doğasıyla, su basıncıyla, fay düzlemindeki birikmelerle, fay breşinin varlığı ya da yokluğuyla, su kanallarının varlığı ya da yokluğuyla, basınçla, su tablasının yüksekliğiyle, sıcaklıkla, gelgit'lerin durumuyla; hava basıncıyla, yerel jeolojiyle, diğer depremler ve benzeri gibi birçok olayla değişirler. Bu görüngülerin her birinin depremlerin büyüklüğü, yeri ve oluş zamanını önemli ölçüde etkilediği bir durum vardır. Sonuç olarak hiçbir deprem birbirinin aynısı değildir.

Böylesi bir depremin davranışını doğru bir şekilde tahmin etmek, modellemek ve anlamak için kaya kütlesi içerisindeki her bir kılcal çatlağı ve fay breşinin (gouge) en küçük parçasının çok hassas bilgisi gerekmektedir. Bu teoride mümkün olabilir ama pratikte mümkün değildir. Deprem tahmini sadece zor bir konu değil, aynı zamanda çok fazla bilgi ve bütçe gerektiren bir konudur ve astronomik ölçüde etkenlerle bizim ulaşabileceğimizin çok ötesindedir.

Bunlar, herhangi bir kaynağın özelliğinin, habercisinin, çekirdek içeriğinin anlaşılması vb.'ne bağlı olan

tekniklerin neden başarılı olmadığının bir sonucudur. Büyüklüğün onlarca kat daha artması, heterojenitenin de artmasına neden olur. Bazı tartışmalarda olduğu gibi keşfedilmeyi bekleyen büyüklü bir formülün olmadığı açıkça görülmektedir. Depremin kaynağına bakarak büyüklük, yer ve zamanını öndeyilemek pratik olarak olanaksızdır.

Sonuç olarak, dar sınırlar içerisinde gerçekleşecek depremin büyüklüğü, yeri ve klasik deprem zamanı tahmini oldukça imkansız görünmektedir. Benim önerdiğim gerilim tahmini yöntemi, çok fazla karmaşık tasarımlardan veya çok değişkenlik sunan deprem kaynaklarından uzak ve daha anlaşlırdır. Ancak bazıları bunun para ve zaman kaybı olduğunu düşünmektedir.

Birşeyler yapabilir miyiz? İnanıyorumki yapabiliriz, fakat bu, yalnızca kaynağı araştırmakla olmaz. Depremler büyük hacimdeki kayalar üzerindeki gerilim birikmesi sonucunda oluşur ve bu gerilim kayaçların zayıf olmasını sağlayan makaslama dayanımıdır. Belki de sekiz büyüklüğündeki bir deprem yüz milyonlarca km³ lük bir hacim kaplar. Doğrudan veya dolaylı olarak delil birikmesi, sismik dalga açıklıklarındaki makaslama dayanımlarının değişmesi, depremden önce yayımlı strese sahip kayaçların herhangi bir yerindeki stresin gözlenmesiyle anlaşılır.

Suya doymun, tanelerle sınırlanmış çatlak ve gözenekler kabuk içindeki birçok kayacın gerilim içeriğinin işaretidir. Bunlar kaya kütlesinin duraylı elemanlarıdır ve geometrileri gerilimin ortaya çıkmasıyla nitelik kazanır. Sismik keskin makaslama dalga ayrımındaki (seismic shear-wave splitting) değişimler kırık geometrisindeki değişimleri yansıtır ve bundan dolayı depremden önceki gerilim yüklenmesini ve deprem anındaki (ya da bazı durumlarda depremden hemen önceki) gerilim boşaltımını izleyebilir. Niteliği sonradan anlaşılma ile birlikte, bu tür değişiklikler, USA'daki üç, Çin'deki bir ve rutin olarak Güneybatı İzlanda'daki dört depremden önce saptanmıştır.

Keskin – dalga ayrımındaki (shear wave splitting) bu değişiklikler, "çatlamalar çok yaygın olduğu zaman, gerilim kayacın kırılma kritikliğine ulaşana kadar artar ve deprem olur" şeklinde yorumlanmaktadır. Gerilim artışının oranı keskin – dalga ayrımındaki değişikliklerden, kritik kırılma düzeyi ise daha önceki depremlerden belirlenebilir. Gerilim artışı kritik kırılma noktasına ulaştığında deprem oluşur. Büyüklük gerilim artışı oranının tersinden (inverse) belirlenebilir: Belirli bir gerilim oranı girdisine göre, eğer gerilim küçük bir hacimde birikirse oran artışı hızlı ama deprem küçük, ancak eğer gerilim büyük bir hacimde birikirse oran artışı yavaş ama deprem büyük olur.

17 Mart 1999'da, Güneybatı İzlanda'da, 5 büyüklüğünde bir deprem için başarılı bir zaman ve büyüklük tahmini yapılmıştır. 27 ve 29 Ekim 1998 tarihinde kesin olmayan gerilim tahminleri, İzlanda Ulusal Sivil Savunma Komitesi'ne bildirilmiştir. 10 Kasım 1999'daki son zaman-büyüklük penceresi (ölçümlerdeki belirsizlik nedeniyle gerek duyulan bir pencere), çok yakında, 1999 Şubat bittikten, $M \geq 5$, eğer gerilim artışı süreirse, $M \geq 6$ şiddetinde bir depremi göstermekteydi. Üç gün sonra (13 Kasım 1999), keskin-dalga ayrımının belirlendiği üç istasyonun merkezinin 2 km çevresinde $M \geq 5$ şiddetinde bir deprem görüldü. Daha önce ne anlama geldiği anlaşılabilen ve başka bir yerde gözlenen bir davranıştan hareketle, bunun başarılı bir gerçek zaman gerilim öndeyisi olduğunu iddia edebiliriz. Keskin – dalga ayrımı potansiyel deprem yerlerini göstermemiş, ama Ragnar Stefansson tarafından yapılan yerel sismiklik analizi, gerilim tahmini deprem oluşumundaki küçük fayı (çatlağı) doğru olarak belirlemiştir. Anlaşıyor ki, depremlerden

önce gerilim artışı denetimi, yaklaşan depremlerin zamanı ve büyüklüğü hakkında tahminde bulunmamızı sağlamaktadır.

Gerilim tahmini hakkında üç yorum

1. Gerilim tahmininin, zaman ve büyüklük hakkında mantıklı sonuçlar verdiği gözüküyor; fakat Bob Geller'in 'stokastizm'inin devreye girdiği yer hakkında hiç bir bilgi vermemektedir. Buna rağmen, Chris Scholz deprem tahmininin daima yerel olduğunu söylemektedir. Eğer büyük bir depremin meydana geleceği biliniyorsa (bir gerilim tahmini yapılması durumunda) İzlanda'da olduğu gibi, yerel bilgiler kırılacak faya işaret eder.

2. Gerilim tahmini yalnızca, kaya kütlesini açıklamak için neredeyse yeterli küme aktivitesinin sağladığı doyuru keskin- dalgaların bulunduğu Atlantik Ortası Sirtinin (Mid Atlantic Ridge) denizden kıyıya dönüşüm kuşağındaki benzersiz sismiklik nedeniyle Güneybatı İzlanda'da mümkündür. Böyle bir küme aktivitesinin bulunmadığı başka bir yerde yapılacak rutin gerilim tahmini, kontrol kaynaklı sismoloji gerektirecektir.

3. Gözlemlediğimiz olgu belirleyici değildir. Deprem anındaki gerilim azalması bir yana, etkiler, depremin kaynak parametrelerinden bağımsızdır. Kritik kırılma düzeyine ulaştığında, artış oranının ve zamanının belirlenmesine olanak tanıyan, kaya kütlesindeki gerilim artışı etkileri ile keskin –dalga ayrımı denetimleri, başlı başına iki ayrı süreçtir.

Çizgisel olmayan 'akışkan kaya etkileşimlerinin' kritik doğasından kaynaklandığı düşünülen, ancak henüz tam olarak anlaşılabilen nedenlerden dolayı, keskin – dalga lardaki basınçlı akışkanlarla doyurulmuş mikro çatlakların etkisi hissedilir düzeyde kalıcıdır.

Depremlerden önce görülen davranış, İzlanda'daki 1996 Vatnajökull patlamasından önce gördüklerimizle tamamen aynıdır. Beş aylık bir süre boyunca, yaklaşık 1 km³'lük magma, kabuk tabakaya sızmıştı. Bir depremden en büyük farkı; depremlerde olduğu gibi stres bir anda salınmamış, patlamayı izleyen birkaç yıl içinde gevşeme olmuş.

Kaynak

Nature Debates, www.nature.com