

YERİN KULAKLARI

Geçen yıl Ağustos ayında Rus Kursk denizaltısı battığı zaman, düğümü çözümlmek için bir sismoloğu aramak kimsenin aklına gelmemişti; fakat bu yılın Ocak ayında, felaketin nedeni hakkındaki tartışmayı sona erdirenler, ilginç bir şekilde, bu dalın araştırmacıları oldu.

Arizona Üniversitesi'nden Keith Koper'ın konuyla ilgili raporu, Baltık sismik istasyonlarının Kursk'taki patlamaları gösteren titreşimleri kaydettiğine işaret ediyordu. Bu kayıtlara göre trajedi, denizaltıdaki bir torpidonun su üstündeyken yanlışlıkla patlaması ve araç battıkça patlamaların devam etmesi sonucunda yaşanmıştı. Rus otoriteleriye bu açıklamadan önce, bilinmeyen yabancı bir denizaltıyla bir çarpışmanın gerçekleşmiş olduğunu iddia etmişlerdi.

Koper'ın Kursk araştırması, sismolojik verilerin kullanılabilirliği değişik alanların yalnızca bir örneği. Hem deprem araştırmaları için, hem de nükleer silah denemeleri gerçekleştiren ülkelerin izlenmesi amacıyla kurulan küresel sismometre ağı, küresel ısınmanın 'seslerini' bilimadamlarına duyurmak gibi, çok değişik işlevler de üstlenebiliyor.

Sismometrelerin deprem araştırmaları dışında kullanımı konusu, ilk olarak II. Dünya Savaşı sırasında ABD'de gerçekleşen donanma felaketiyle gündeme geldi. 17 Temmuz 1944'te ABD'nin California, Sacramento Nehri'nde kurulu Port Chicago donanma üssünde 5000 tonluk cephanenin seri bir şekilde patlamasıyla 320 deniz su-bayı ölmüş ve üs neredeyse tümüyle yok olmuştu.

Kazadan sonra, deniz kuvvetleri yetkilileri, konuyla ilgili olarak California Üniversitesi'nden sismolog Perry Byerly'nin görüşüne başvurdu-lar. Byerly'nin, yakındaki sismometre-lerce kaydedilmiş olan patlamaların zamanlama ve sırasıyla ilgili kesin bil-giler verebilmiş olması, bu tür verile-rin aniden kazandığı genel ilginin ne-deni olmuştu.

1950'li yıllarda nükleer silahların denenmesini yasaklama amaçlı antlaş-manın (Comprehensive Test Ban Tre-aty - CTBT) hazırlık çalışmaları, Byerly'nin çalışmalarını uluslararası platforma taşımış oldu. Bütün nükleer denemeleri önlemeye yönelik olan bu antlaşma, yapılan denemeleri tespit edecek bir mekanizmaya gereksinim duyuyordu. ABD hükümeti 1959 yılında bu amaçla, dünya çapında ve stan-dardize bir sismografik ağı (Worldwide Standardized Seismographic Network - WWSSN) kurma girişimlerini başlat-tı. Ağ, 120 sismik istasyondan oluşu-yordu. Sistemin kurulmasından sonra ABD, sismolojik araştırmalar için mil-yonlarca dolar harcadı.



Dünyanın en gelişkin sismometresi (Strecklesen STS1). Elektronik uyarılarla, birkaç mikrometre genişliğinde ve 1 millihertz kısılğında-ki sarsıntılar bile belirliyor. Sismometre, atmosfer basıncındaki de-ğişikliklerden etkilenmemesi için bir cam fanus içinde tutuluyor.

Ağ çalışmaları kapsamında deprem-lerle ilgili olarak sismologlarca topl-anan veriler, yerküre tabakalarının sı-nırları hakkında birçok bilinmeyen or-taya çıkmasına neden oldu. Byerly'nin çalışmaları, nükleer denemelerin iz-lenmesine yönelik bir sismik ağın oluşturulmasıyla, sismik ağın kendi-siyse, yerbilimlerinde 20. yüzyılın en büyük atılımlarından birinin gerçek-leştirilmesiyle sonuçlanmıştı.

Bugün dünyada 16 000'den fazla sismik istasyon var. Sismometreler ön-celeri yalnızca belirli frekanstaki titre-şimlere duyarlı oldukları için sismik is-tasyonlar farklı frekanslara duyarlı bir-kaç tür sismometreden yararlanmak zorunda kalıyorlardı. 1980'lerin orta-sında geniş frekans aralıklarına duyar-lı sismometrelerin geliştirilmesi, küre-sel ağı yeni istasyonlar eklenmesini daha kolay ve ekonomik hale getirdi.

Sismometreler bazen beklenmeyen olayları da gözler önüne seriyor. Mete-or çarpması, kayaların düşmesi ve ayın dünyaya uyguladığı çekim kuvveti bun-lardan sadece birkaçı. Sismologları şa-şırtan başka sinyaller de insansal etkin-liklerin ortaya çıkardığı gürültüden ge-liyor. İnsanlar yerküre üzerinde süre-klili olarak yer değiştirirken beraberlerin-de gürültülü araçlarını da götürüyor-lar. Son derece duyarlı hale gelmiş sis-mometreler bu "kültürel" gürültü kirli-liğini de algılıyorlar.

Gürültü Sorunu

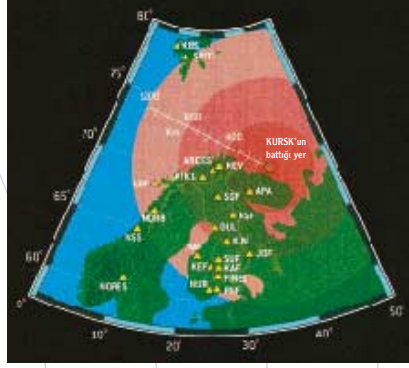
Sismologlar "yanlış" sinyallere kar-şı önlem alsalar da, algılanan her yeni sinyalle sismometreler için yeni bir kullanım alanı doğuyor. California,

Berkeley Üniversitesi'nden sismolog Robert Uhrhammer, bu durumu "bir kişi için parazit, diğeri için sinyal niteliğinde" diye özetliyor.

1973 yılında Yom Kippur Savaşı bittiğinde, İsrail ve Mısır Sina Dağları konusunda anlaşmazlığa düştüler. İsrail, dağlardaki elektronik dinleme istasyonlarını terketmeme konusunda ısrarlıydı; ancak ABD aracılığıyla yapılan barış anlaşması İsrail'in bölgeden çekilmesini gerektiriyordu. Sonunda İsrail'in, dağlardan askeri güçlerini çekmesi koşuluyla uzaktan istasyonları kontrol etmesine izin verildi. İsrail ordusunun istasyon yakınlarındaki hareketlerini tespit amacıyla ABD, bölgeye sismik sensörlerden oluşan bir sistem kurdu. Böyle bir sistem olmasa, barış hiç sağlanamayabilirdi. ABD Göçmenlik Bürosu da yakın bir geçmişte, yasadışı yollardan Meksika'dan ABD'ye geçmeye çalışan göçmenleri saptamak amacıyla benzeri bir sistem geliştirdi.

Sismometreler, belirli bir bölgede nükleer denemelerin gerçekleştiğine yönelik iddiaları kimi zaman doğrulamak, kimi zamansa yalanlamak üzere düzenli olarak kullanılıyor. Ancak onlarca yıl süren diplomatik çalışmalara rağmen CTBT henüz etkin hale gelebilmiş değil. Antlaşmaya imza atan ülkeler arasında ilginç örnekler var; atomik silah programlarına sahip Hindistan ve Pakistan gibi. ABD ve Çin gibi nükleer güçler ise imzalarını atmış olmakla birlikte onaylama sürecini tamamlamış değiller. Ancak CTBT'nin etkin olarak yürürlüğe girmesi durumunda, izleme istasyonları ağı göreve hazır durumda. Sismometrelerin çoğu, üniversite laboratuvarlarında yer alıyor ve bunların da yarından fazlası CTBT Hazırlık Komisyonuna bilgi aktarmakta.

Arizona Üniversitesi'nden Terry Wallace da Kursk dosyasında çalışan araştırmacılardan biriydi. İngiliz *The Sunday Times* gazetesinin bir haberinde Irak'ın 1989 Eylül ayında 10 kilotonluk bir nükleer silah denemesi yaptığı haberi üzerine incelemelerde bulunan Wallace ve ekibi, sismolojik kayıtlara bakıp verileri değerlendirdiler. Gazetede ki habere göre deneme Bağ-



dat'ın 150 km güneybatısındaki Rezaza Gölü'nün yakınında olmuştu ama sismik verilere göre, göl ve etrafında sismolojik etkinlik, yani nükleer bir deneme kesinlikle gerçekleşmemişti. Wallace 10 kilotonluk bir patlamanın Richter ölçeğine göre 3.8-4.0 büyüklüğünde sismik sinyal oluşturacağını, bölgedeki sismometre ağının 2.9 veya daha büyük sinyalleri saptayabilecekken bu tür sinyale rastlanmadığını belirtti. Dahası, bu tür bir patlamadan sonra gölün dibindeki kayaların yarılması ve su seviyesinin düşmesi de beklenirdi. İncelemeler göldeki su seviyesinde değişiklik olmadığını gösterdi. Bu bilimsel çalışmanın ardından Wallace, *The Sunday Times*'de çıkan haberin gerçek olmadığını kamuoyuna duyurdu.

California Üniversitesi'nden Peter Bromirski, California kıyısındaki istasyonlardan elde edilen verilerle uzun dönemde dalga boylarında meydana gelen değişimlerin gözlenebileceğini öne sürüyor. İklim araştırmacıları açısından da sismik veriler daha güvenilir, çünkü bu tür veriler 1930 yılından beri alınıyor; küresel ısınmayla ilişkilendirilen dalga boyu değişimi verileri ancak 1980 yılından başlayarak kaydedilmeye başlanmış.

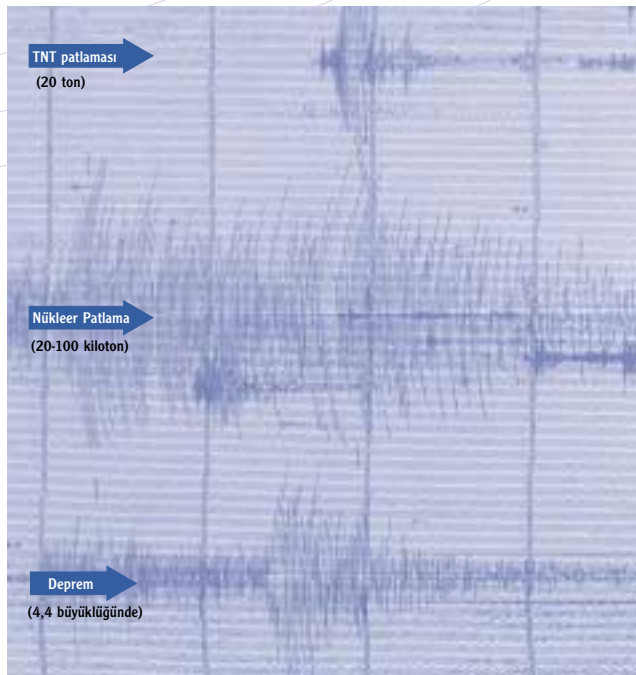


Büyük ve ardarda gelen dalgaların deniz yatağını aşağı doğru itmesiyle karaya doğru ilerleyen, ayrıca karaya vuran dalgaların yarattığı titreşimler, karadaki sismometrelerce algılanabiliyor. Bromirski ve ekibi, bu sismometrelerden elde edilen verilerle okyanus dalga yüksekliği verilerini karşılaştırarak, sismik verilerle dalga boyunu hesaplamının yöntemini geliştirdi. Bromirski'nin tekniğinin sismik arşiv verilerine uygulanmasıyla, kuzeydoğu Pasifik'te 70 yıldır neler olup bittiğini öğrenmek mümkün. Hatta 1940-1941 yılındaki ilk büyük El Nino fırtınası da bu veriler sayesinde tespit edilmiş.

Almanya'da Bremen Üniversitesi'nden Ingo Grevemeyer de aynı çalışmayı Atlantik Okyanusu'nun kuzeydoğu bölgesi için yapıyor ve söylediğine göre Atlantik Okyanusu'nun bu bölgesi son 20 yıldan beri daha fırtınalı bir hale gelmiş. Sismik veriler her zaman çok yararlı türden değil; bazen gülünç olayları bile ortaya çıkarabiliyorlar. Örneğin kanguruların zıplayışlarını. Uhrhammer, zıplayışlarının frekansından yola çıkarak kangurunun boyunu saptamanın bile mümkün olduğunu söylüyor.

İşin bu yönü zaman zaman eğlenceli gelse de, çoğu sismologun ortak hedefi bu tür "gürültü"den arınmak. Bunun en iyi yolu da, yeryüzünü tümüyle terkedip bir uydu sismometreleri ağından yararlanmak gibi görünüyor. Bunun bir avantajı, yer sismometrelerinin kaçırabileceği çok yavaş değişimlerin de izlenebilir olması. Birçok sismologun ortak düşü olan bu gelişme için katedilecek daha çok yol olsa da gerçekleşmesinin sismolojide bir devrim yaratacağı düşünülüyor.

Esra Meriç



Kaynaklar
Mackenzie, D., "Seismic Shift" Discover, Eylül 2001
O'Hanlon, L., "Seismic Sleuths" Nature, 14 Haziran 2001