

## GÜNEŞ TUTULMASI İLE DEPREMLERİN MEYDANA GELİŞ ZAMAN-

### **Esen ARPAT**

Jeolog

*Ay ve Güneş'in birlikte, iki haftada bir, yeniay ve dolunay evrelerinde, neden oldukları güçlü gel-gitlerin Yeryuvarı'ndaki bazı tür depremleri tetikleyebildikleri anlaşılmaktadır. Yeryuvarı, Ay ve Güneş'in bir doğru üzerine gelmeleri sonucunda oluşan güneş tutulmaları da yeniay evresinde gerçekleşmektedir. Bu nedenle Güneş tutulmaları da, deprem tetikleme bakımından, oluşan güçlü gel-gitlerin sahip oldukları özellikleri taşımaktadır. Ancak, güneş tutulmalarının, depremleri tetikleme bakımından, söz konusu olduğu güçlü gel-gitlerinkine ek, farklı bir etkiye sahip olmaları için bir neden görülmemektedir.*

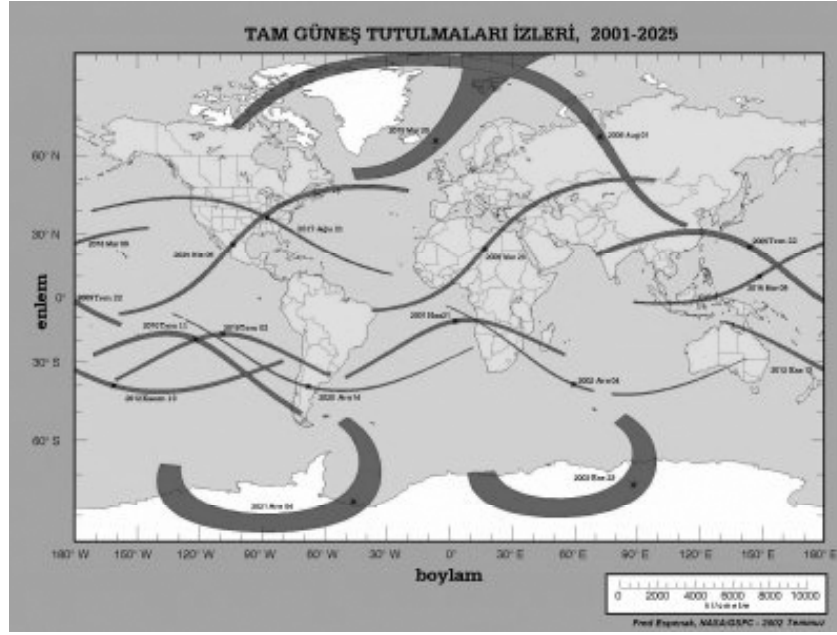
Bu sorunun ya da, bu anlama gelen benzer soruların güncelliklerini koruyor olmaları onlara verilecek yanıtın günlük yaşamımızdaki öneminden kaynaklanmaktadır. Bu sorular felsefi bir yanıtın değer kazanaacağı bir ortamda sorulmamaktadır. Yoksa, "bir kelebeğin kanat çırpmalarının atmosfer koşullarını etkileyebileceği"ne benzer bir yanıt, güneş tutulmasının depremlere etkisi için de geçerli olabilirdi. Bu yaklaşıma göre: madem ki, güneş tutulması yer kabuğunda, çok ufak da olsa, elastik gerinim değişmesine neden olmaktadır, tutulmanın, yer kabuğundaki elastik gerinimlerin sonucunda oluşan depremleri etkilemesi de kaçınılmazdır. Ancak bu türden bir yanıtın, sorunun soruluş amacı göz önüne alındığında, bu amaca bir katkı oluşturmayacağı da açıktır.

Depremleri tetiklemede bardağı taşıran damla kavramı.

İnsanları ciddi biçimde etkileyen boyutlardaki depremlerin tümüne yakını yerka-

buğundaki bazı faylar boyunca sürtünme direncinin yenilmesi sonucunda oluşmaktadır. Bu direncin yenilmesindeki en önemli etken, en üst kesimlerinde yer kabuğunu da içeren hareketli levhaların, bu hareketleri nedeniyle kazandıkları ve kimi yerde de birbirlerine yükledikleri gerilimdir. Birbirlerine göre farklı hareketlere sahip blokları ayıran faylar, genelde, fay düzlemindeki sürtünme direnci nedeniyle bu hareketlere bir süre direnirler; ama, blokların hareketleri arasındaki fark giderek artacağı için, belirli bir eşik gerilim değerinden sonra birdenbire yenilerek, direnmeleri sürecinde birikmiş olan elastik gerinimin bir bölümünün, yeri kuvvetli bir şekilde sarsmayı da içerecek şekilde, boşanmasına yol açarlar. Buradaki 'birdenbire' nitelemesi, fay boyunca hareketin engellenmiş olduğu uzun süreç ile görecelidir. Aslında, yenilme, sözcüğün gerçek anlamında, 'birdenbire' olmaktadır. Sürtünme direncinin yenilebilmesi için yüksek durağan sürtünme diren-

\* Bu yazı Cumhuriyet Gazetesi'nin Bilim ve Teknik ekinden alınmıştır.



cinden, hareket durumuna uygun göreceli düşük sürtünme direncine geçiş gerekmektedir. Bu geçiş için gerekli olan işlem bir sürece ve dolayısıyla bir süreye yayılmaktadır. Taşmak üzere olup, taşmak için son katkıyı bekleyen ortama eklenen ek gerinim, bardağı taşıran bir özellik taşıyabilmek için, ya bardağı önemli ölçüde taşıracak kadar büyük olmak, ya da yukarıda sözü edilen süreci gerçekleştirmeye yetecek kadar uzun süreli olmak durumundadır.

Güçlü gel-gitler bazı tür depremleri tetikleyebilir.

Tüm kütleler gibi, Ay ve Güneş de çevrelerindeki diğer kütlelere, bu arada Yeryuvarı'na da, çekim kuvveti uygulamaktadır. Güneş'in kütlesi Ay'inkinden milyonlarca kez büyük olmasına karşın, yakınlığı nedeniyle Ay Yeryuvarı üzerinde Güneş'inkinin kabaca iki katı bir çekim etkisine sahiptir. Ay ve Güneş bu çekimleri ile Yeryuvarı üzerinde gel-gitlerin oluşmasına neden olmaktadır. Ay ve Güneş dışındaki diğer gök cisimlerinin Yeryuvarı üzerindeki çekim etkisi ise

son derece düşüktür. Öte yandan, yeniay ve dolunay evrelerinde Güneş, Ay ve Yeryuvarı aynı doğrultuda dizilmiş olduklarından Ay ve Güneş'in Yeryuvarı üzerindeki çekim etkisi önemsenerek bir düzeye çıkmakta, ve eğer bu dizilme, Ay'ın elips şeklindeki yörüngesinde Yeryuvarı'na en yakın olduğu döneme rastlarsa, söz konusu çekim etkisi en yüksek değere ulaşmaktadır. Ancak, bu yüksek değer bile, faylar boyunca sürtünmeyi yenebilmek, dolayısıyla deprem oluşturabilmek için, genelde, ufak ve kısa süreli kalmaktadır.

Öte yandan, Ay'da, gel-git kuvvetlerinin daha küçük olmasına karşın, meteorit çarpmalarından kaynaklanmakta olanların dışındaki ay depremlerinin gel-git evreleri ile sıkı bir bağlantı göstermeleri dikkati çekmektedir (Lammlein vd., 1974). Ay, Yeryuvarı'na sürekli olarak aynı yüzünü gösteren bir devinim düzenine sahip olduğu için, Yeryuvarı'nın Ay üzerindeki güçlü çekimi durağan bir nitelik taşımakta, bu nedenle, Ay üzerindeki gel-gitler Güneş'in düşük çekim gücü ile gerçekleşmektedir. Bu düşük

gel-git kuvvetlerinin neden olduğu sınırlı gerininin Ay'da depremleri tetiklemekte olması, Yeryuvarı üzerindeki daha güçlü gel-gitlerin de depremleri tetikleme konusunda bazı etkilerinin olabileceği kuşkusunu güçlendirmiştir. Buna karşın, uzun bir süre, bir bölümü bilimsel nitelikte olan, çok sayıda istatistiksel araştırmada, göreceli olarak yüksek çekim kuvvetlerinden etkilenen Yeryuvarı'nda, depremlerin oluş zamanları ile güçlü gel-git evreleri arasında genel bir ilişkinin varlığı belirlenememiştir. Kaliforniya'da, özellikleri iyi bilinen faylarda meydana gelmiş olan 13.000 dolayında depremin verileri kullanılarak, özenli ve ayrıntılı istatistiksel yaklaşımlarla yapılan bir değerlendirme de benzer bir sonuca ulaşmıştır (Vidal vd., 1998). Ancak bu araştırmalar okyanuslardan uzak konumlardaki fayları ele almış oldukları için, varılan bu sonuçlar da o özelliklerdeki bölgeler ile sınırlı kalmıştır. Yerkabuğu, elastik davranabilme özelliği nedeniyle, gel-git düzenine bağlı olarak yükselip, alçalmaktadır. Bu yükselip alçalma genelde birkaç santimetre ile sınırlı kalmakta, ender durumlarda birkaç on santimetreye ulaşmaktadır. Oysa, güçlü gel-gitlerin etkisi okyanuslarda çok belirgin olmakta, bu ortamda dolaylı olarak meydana gelen ek su kütlesi yükü de dolaysız gel-git kuvvetine eklenmektedir. Nitekim, okyanuslarda yer alan fayların ürettiği depremlerin gel-gitlerle ilişkilerini konu alan, ve sayıları giderek artan yeni araştırmalar, o ortamda, gel-gitlerin en büyük değerlere ulaştığı dönemler ile deprem oluş zamanları arasında belirgin bir ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır (Tanaka vd., 2002; Cochran vd., 2004).

Yukarıda değinilen araştırmaların sonuçlarına göre, güçlü gel-git dönemleri ile deprem oluş zamanları arasında belirgin bir

ilişkinin varlığı bazı fay türleri ile sınırlı görülmektedir. Düzlemleri yeryüzü ile kabaca 500 den küçük açılar yapan, ters-fay ve normal-fay olarak adlandırdığımız türden fayların gel-git yüklemelerine özellikle duyarlı oldukları anlaşılmaktadır. Fay düzlemlerinde sürtünmeyi artıran ana kuvvetin bu düzlemlere dik bileşen olduğu göz önüne alınır, bu beklenen bir sonuçtur.

Öte yandan, düzlemi düşeye yakın diklikte olan faylarda, yani diğer adı ile doğrultu-atımlı faylarda gel-git dönemleri ile depremler arasında belirgin bir ilişki görülemez. Zaten bazı hesaplamalar da yer gel-gitlerinden kaynaklanan gelip-geçici etkinin deprem oluşumu üzerinde belirleyici olabilmesi için, süregelen olağan süreçte etkili olan kalıcı makaslama gerilimi artış hızının yüzlerce katı büyüklüğünde olması gerektiğini ortaya koymaktadır (Gomberg vd., 1998). Bazı laboratuvar deneyleri de (Locker ve Beeler, 1999) bu değerleri doğrulayan sonuçlar vermiştir. Ancak, yine bazı yeni araştırmalar, bazı özelliklere sahip fay düzlemlerinde sürtünmenin daha önceden düşünülenlerden çok daha ufak gerilimler ile yenilebileceği yönünde veriler sağlamıştır (Johnson ve Xiaoping, 2005).

Çok düşük gerilim yüklemelerinin de depremleri tetikleyebileceği yönündeki gelişmelere karşın, gerek okyanuslardan uzak ortamlardaki faylarda, gerekse doğrultu-atımlı faylarda meydana gelen depremlerin gel-git dönemleri ile ilişkilendirilmeleri çabaları olumsuz sonuçlar vermiştir. Yukarıda değinmiş olduğumuz, yaklaşık 13.000 depremi ele almış olan Vidal vd. (1998)'nin çalışmalarına ek olarak, Cochran vd. (2004)'nin çalışmaları da benzer sonuca ulaşmıştır. Cochran vd. nin çalışmasında Kaliforniya'daki, doğrultu-atım özellikli, ünlü San Andreas Fayı sisteminde 27.464

deprem ele alınmış ve depremlerin oluş zamanları ile gel-git dönemleri arasında istatistiksel anlamı olan bir ilişki saptanmamıştır. Bu arada, bizim Kuzey Anadolu Fayı sistemimiz ile Doğu Anadolu Fayı sistemimizin de, başlıca, doğrultu atımlı faylardan oluştuklarını, ve aynı zamanda, güçlü, dolaylı gel-git yüklemelerinin meydana gelmekte olduğu okyanuslardan uzak bulduklarını da anımsamakta yarar vardır.

Deprem tetikleme bakımından, güneş tutulmalarının, eşlik ettikleri olağan güçlü gel-gitlerinkinden farklı bir özellikleri saptanmamıştır.

Bu yazının ana konusu olan güneş tutulması ile depremlerin ilişkisini yukarıdaki kısa açıklamaların ışığında irdelemek gerekir. Çünkü, bilindiği üzere güneş tutulması ancak yeniay evresinde meydana gelebilir. Bu özel durumun, olağan yeniay gel-gitinden, yerçekimi etkisi bakımından belirgin bir farkı yoktur. Güneş tutulmaları sırasında gözlenen, Allais etkisi olarak adlandırılan etkinin yerçekimi değişimine işaret etmediği, güneş tutulması sırasında meydana gelmesi beklenen yerçekimi engellemesinin (gravitational shielding) ise son derece küçük ( $3 \times 10^{-10}$  cm/s<sup>2</sup>) olduğu anlaşılmıştır (Van Flandern ve Yang, 2003). Bu durumda, deprem mekanizması açısından önem taşıyan özellikler bakımından, güneş tutulmasının olağan yeniay gel-git döneminden farklı bir etkiye sahip olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Sonuç olarak denilebilir ki: bu yazının başında sorulmuş olan sorunun, bilimsel çerçeve içindeki yanıtı, 'güneş tutulması ile depremlerin oluş zamanları arasında etkin, özel bir ilişkinin var olmadığı' şeklindedir. Bu durumda, yeni bilimsel bulgular, yeni bilimsel değerlendirmeler ortaya koymadan

böyle bir ilişkinin varlığını öne süren bir görüş belirtmeye "bana öyle geliyor ki" diye başlamak gerekecektir.

#### Değerlendirilen belgeler

Cochran, E. S., Vidale, J. E. ve Tanaka, S., 2004. Earth tides can trigger shallow thrust fault earthquakes. *Science*, 306, 1164-1166.

Gomberg, J., Beeler, N. M., Blanpied, M. L. and Bodin, P., 1998. Earthquake triggering by transient and static deformations. *J. Geophys. Res. -Solid Earth* 103, 24411-24426.

Johnson, P. A. ve Xiaoping, J., 2005. Nonlinear dynamics, granular media and dynamic earthquake triggering. *Nature*, 437, 871-874.

Lammlein, D. R., Latham, G. V., Dorman, J., Nakamura, Y. ve Ewing, M., 1974. Lunar seismicity, structure, and tectonics. *Rev. Geophys.*, 12, 1-21.

Lockner, D. A. ve Beeler, N. M., 1999. Premonitory slip and tidal triggering of earthquakes. *J. Geophys. Res. -Solid Earth* 104, 20133-20151.

Tanaka, S., Ohtake, M. ve Sato, H., 2002. Spatio-temporal variation of the tidal triggering effect on earthquake occurrence associated with the 1982 South Tonga earthquake of Mw 7.5. *Geophys. Res. Lett.*, 29, 16, 10.1029

Van Flandern, T. ve Yang, X. S., 2003. Allais gravity and pendulum effect during solar eclipses explained. *Phys. Rev. D* 62, 02202.

Vidale, J. E., Agnew, D., Johnston, M. ve Oppenheimer, D., 1998. Absence of earthquake correlation with earth tides: an indication of high preseismic fault stress rate. *J. Geophys. Res. -Solid Earth* 103, 24567-24572