

Türkiye’de Deprem

Esen Arpat

Geomar Mühendislik Ltd Şti.

Yitim kuşaklarında meydana gelenler bir yana bırakılırsa, odakları 300-400 km den sığ olan depremlerin tümüne yakını litosferin kırılğan kesiminde, özellikle de üst kabukta oluşmaktadır. Gerek yeni kırıklar oluşturmak, gerekse var olan kırık düzlemlerindeki sürtünmeyi yenmek için gerekli olan kuvvetin çok büyük bir bölümü levhaların dinamiğinden kaynaklanmaktadır. Beklenileceği üzere bu kuvvetler, öncelikle, levhaların yan yana geldikleri kuşaklarda güçlüdür. Ancak levhaların sınırlardan uzak, orta kesimlerinde de, sınır bölgelerine göre çok daha seyrek olmakla birlikte, büyük depremler meydana gelebilmektedir. Gerilim ortamına ilişkin dolaylı veriler veya yerinde gerilim ölçümleri de levhaların iç kısımlarının da önemli gerilim altında olduğunu göstermektedir. Bu durum “kendiliğinden düzenlenen kritik konum” olarak nitelendirilmektedir. Bu, bir anlamda, bileşenleri dış etmenlere çok duyarlı olan bir denge demektir. Bu konum, bu özelliği ile, deprem tehlikesine ilişkin yapılacak değerlendirmelerde dikkate alınmak zorundadır. Deprem tehlikesini belirlemek üzere yola çıkıldığında göz önünde tutulması gereken diğer bir özellik de büyük ve büyücek depremlerin yeni bir kırık oluşmasından değil de mevcut bir zayıflık düzlemindeki sürtünmenin yenilmesinden kaynaklanmakta olduklarıdır. Gerilim vektörel bir değer olduğundan, söz konusu zayıflık kuşaklarında sürtünmenin yenilmesi için gerekli gerilim miktarı bu zayıflık düzleminin gerilim alanındaki geometrik konumuna bağlıdır. Var olan zayıflık düzlemlerinden, ortamdaki gerilimin yönü ile elverişli konumda olanlarda yenilme, yani deprem, öncelikle gerçekleşmektedir.

Türkiye yakın jeolojik geçmişte farklı gerilim ortamlarında kalmıştır. Bu farklı gerilim ortamlarında deprem üreten yeni zayıflık düzlemleri gelişmiş veya önceden var olanlardan o sıradaki gerilim ortamı ile elverişli konumda olanlar etkin deprem odakları oluşturmuştur. Son 30 milyon yıldan bu yana Anadolu’nun değişik bölgelerinin farklı gerilim ortamlarına sahne olduğu gerçeğinin göz ardı edilmesi durumunda günümüzdeki deprenselliği doğru değerlendirmek şansı yitirilir. Bu uyarı bir anlamda da fayların diriliğine ilişkin tanılarda çok dikkatli olunmasının gerekliliğini vurgular. Marmara’nın diri faylarının belirlenmesine yönelik çok sayıda araştırmanın düştüğü yanlışlar bu konudaki tuzakların varlığına etkili örneklerdir. Paleosismoloji, ve bu kapsamda hendek çalışmaları diri fayları doğru belirlemede giderek daha sık kullanılan bir yöntemdir. Ancak, hendek kazıları geniş alanlarda çok örnekli ve üç boyutlu olarak gerçekleştirilmezlerse, yararlı mı, zararlı mı oldukları tartışmalı duruma gelir. Elde edilen verilerinin birbirini desteklediği, amaca uygun özelliklerde açılmış hendeklerden fayların diriliklerinin yanı sıra yinelenme aralıkları ve hendekte yakalanan depremlerdeki atımlar konusunda da veriler elde edilebilir. Ancak bu veriler değerlendirilirken karakteristik deprem, dolayısı ile karakteristik atım kavramlarının o bölge için geçerliliği sorgulanmalıdır. Bu da başlı başına bir sorundur. Kritik denge konumundaki bir fayın çok uzaklardaki bir depremden gelen, birkaç megapaskallık dinamik yük ile yenilebileceği göz önüne alınırsa sorunlar daha da karmaşıklaşmaktadır.

Gerilim yönü ile çok uyumsuz konumda olmaması durumunda levha-içi zayıflık düzlemlerinin, levha sınır kuşağındakilere göre daha seyrek, ancak eşdeğerlerine göre daha büyük enerji yayarak deprem üretebilecekleri de göz önüne alınırsa, bünyesinde uzun levha sınırlarını da içeren Türkiye’nin çok büyük bir bölümünün en az altı büyüklüğündeki bir depreme hazır olmasının gerekliliği sonucuna varılır.

Bu derecede yaygın gözükten tehlikeyi daha iyi anlayabilmek, dolayısıyla gerçekçi bir şekilde sınırlayabilmek için öncelikle kabuk yapısını ve gerilim ortamlarının özelliklerini olabildiğince doğru olarak bilmek gerekir. Yüksek enerji ve iyi aletsel donanımlı derin kırılma ve yansıma çalışmalarının seyrekliği bu konuda büyük bir engel oluşturmaktadır. Bu tür çalışmaların verilerinin, hem kabuk hem de üst mantoyu hedefleyen tomografik çalışmaların, ve de manyetotellürik çalışmaların sonuçları ile birlikte yorumlanmaları bu açığı kapatmak için öncelik taşımaktadır. Bu yorumlar, Anadolu’da üst kabuk ile alt kabuk arasında varlığı büyük olasılık olan

sıyrıma düzlemlerinin varlığını kanıtlamak, dolayısıyla gerilim aktarımı ve gerilim paylaşımı gibi, depremsellik bakımından son derece önemli olan temel verileri sağlama yolunda sağlıklı bir başlangıç oluşturabilir. Yerinde gerilim ölçümleri ve amaca uygun kurulmuş deprem kayıt ve GPS ağları diğer temel veri kaynaklarıdır. Bu tür sağlıklı veriler ile çözülmeyi bekleyen çok önemli depremsellik sorunları vardır. Bunların bazıları şöyle özetlenebilir: Karlıova bölgesi sıkışıyor mu, yoksa genişliyor mu? Batı Türkiye genişliyor mu, K-G açılıyor mu, KD dan GB ya kıymıklar halinde ilerliyor mu; eğer her ikisi birden söz konusu ise, bu mekanizma hangi tür ve doğrultulardaki faylarda depremler doğurur? Datça, Kekova ve genelde GB Türkiye'nin alçalması geçici mi? Marmara neden yükseliyor; bu yükselme yavaşladı mı? Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara'ya girişi çok genç bir gerilim alanı değişimine mi karşılık geliyor? KAF neden ve nasıl gelişti? Ecemiş fayı diri mi? İç Anadolu (Tuz gölü havzası) nasıl davranıyor? Ovacık fayı ne ölçüde etkin? KD Anadolu fayı var mı? Karlıova'nın doğusunda neler oluyor? Doğu Anadolu Fayı Çukurova'ya geçiyor mu; geçmesi gerekir mi? Suriye Amik Hatay çöküntüsü ve o bölgedeki genç volkanizma neler belirtiyor? Doğu Kıbrıs dolayından gelen fay sistemleri Hatay'a ulaşıyor mu? Marmara'da ve GB kıyılarımızda tsunami tehlikesinin boyutları nedir? İskenderiye'de takaları kıyıdaki yapıların üzerine taşımış olan tsunamiye yol açtığı anlaşılan Girit depreminin yinelenmesi durumunda GB kıyılarımız bundan ne ölçüde etkilenir? Depremleri önceden kestirme konusunda Türkiye'de öncelikli olarak yapılması gereken çalışmalar var mı?

Deprem konusunu ele alırken ön planda karşılaşılan diğer bir konu da zemin özellikleridir. Sallantısız durumda bile kendi yükü altında ayakta zor duran yapılar bir yana bırakılırsa, deprem sırasında yapılarda hasar oluşmasına, veya onların yıkılmalarına yol açan en etkili etmen elverişsiz zemin koşullarıdır. Bu konunun da ülkemizde gereken düzeyde ele alınamıyor olması Türkiye'nin depremlerin olumsuz etkilerine karşı zayıf konumda kalmasının temel nedenlerinden bir diğeridir.

Earthquake Issue in Turkey

Aside from subduction earthquakes, almost all of the earthquakes with a focus shallower than 300-400 km occur in the brittle part of the lithosphere, especially in the upper crust. Stresses necessary to form new faults, or to overcome friction along the existing one, generate through the interactions of tectonic plates. These stresses, as it can be expected, are especially strong along belts where plates come into contact. However, although less frequently compared to those in the contact zones, large earthquakes do occur in intraplate environments. Data about the active stress field, including data from in-situ stress measurements, substantiate the view that areas far from plate boundaries are under considerable stresses. This situation is expressed as being in "self-organized in critical state". This type of organization, being very sensitive to external forces, is everywhere near failure. This fact has to be taken into account in earthquake hazard evaluations. Another fact to be considered in earthquake hazard evaluations is the reality that large earthquakes originate through the failure of the existing faults rather than the formation of new ones. As the stress being a vector, the failure of an existing plane of weakness through overcoming the frictional strength depends on the relative geometrical position of this plane in the stress field. Favorably oriented planes are primarily prone to failure.

Turkey experienced several different stress fields in the near geological past. New faults as earthquake sources developed under each stress field, or preexisting faults with favorable orientation were reactivated. The chance of a reasonable evaluation of the actual earthquake hazard in Turkey will be lost if not taking into account the fact that different stress fields dominated different part of Turkey during the past 30 million year period. This verity is also a warning towards the obligation of being very careful while trying to identify active faults. Errors in the determinations of active faults in the Sea of Marmara produced, as results of numerous studies are examples about the existence of such pitfalls. Paleoseismology, particularly trenching in this context, is used increasingly to identify active faults. However, trenching, if it is not applied on a large scale and in three dimensions with large amount of datable samples becomes questionable as whether it is useful or misleading. Data about recurrence intervals and even about the amount of slip can be obtained form trenches dug in right places using right methods. However, while

performing these evaluations the validity of characteristic earthquake concept for the fault segment under investigation should be considered. This is a problem by itself. Triggering is known to be caused by transient dynamic stress transfer of a few megapascal from distant strong earthquakes. This makes the evaluation of recurrence intervals even a more complex task.

Taking into account that favorably oriented intraplate active faults can generate earthquakes with longer recurrence intervals but with greater energy content compared to their interplate counterparts, it becomes evident that Turkey with its long active plate boundary faults is subject in its great part to the occurrence of earthquakes with magnitudes greater than six.

In order to be able to estimate the hazard seemingly so widespread it is primarily important to know the characteristics of the present stress fields and the crustal structures in Turkey. The sparsity of the existing deep refraction and reflection profiles constitute an obstacle in this respect. Tomographic studies covering the crust and the upper mantle, together with magnetotelluric studies should accompany seismic profiling works. Results of such studies would form a firm basis for the discussion about the possible existence of detachment planes in the crust and therefore would provide data on stress partitioning and stress transfer issues that is particularly important to evaluate seismic hazard. Well planned seismic and GPS networks are the other prerequisites in this respect. There are numerous very important seismicity problems to be solved, waiting sound data from the above-mentioned studies. Some of them can be summarized as below: Is Karlıova region under compression or in tension? Is the western Anatolia expanding, is it spreading in a N-S direction, or advancing SW as slivers? If both, then in what kind of faults and having which directions, could it produce earthquake under this mechanism? Is the subsidence of Datça, Kekova and in general of SW Anatolia a sporadic one? Why is The Marmara Sea region rising? Has this ascent slowed down? Does the entrance of the North Anatolian Fault into the Marmara Sea correspond to a recent change in the stress field influencing the area? When and why did the North Anatolian Fault initiate? Is the Ecemiş Fault an active one? How does the Central Anatolia behave? To what extent is the Ovacık Fault active? Does the North East Anatolian Fault exist? What is happening to the east of Karlıova? Does the East Anatolian Fault extend to Çukurova region, has to? What is the mechanism behind the existence of Hatay-Kahramanmaraş graben, and the related young volcanism? Do active strike-slip faults to the SE of Cyprus join Hatay graben? How big is the tsunami potential along the coastal areas in the Marmara region and in SW Anatolia? How seriously would SW coastal Anatolia be endangered if a tsunami comparable to the one that occurred in historical times near Crete and put the vessels on top of building in Alexandria port, Egypt, happened again?

Soil property is another main factor to be taken into account in the determination of seismic hazards. Most of the damages to buildings, excluding those that are barely stable even under unshaken state, are directly related to the soil conditions. Serious deficit in the consideration of this fact, mainly in applications is another cause of the Turkey's fragile situation against earthquake damages.