

## Deprem ve Çevre Sorunları

Serpil Savcı<sup>1\*</sup>, Güllü Kırat<sup>2</sup> ve Alaaddin Vural<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Şehir ve Bölge Planlama / Mühendislik Mimarlık Fakültesi/Yozgat Bozok Üniversitesi, Türkiye

<sup>2</sup>Jeoloji Mühendisliği / Mühendislik Mimarlık Fakültesi/Yozgat Bozok Üniversitesi, Türkiye

<sup>3</sup>Jeoloji Mühendisliği /Mühendislik ve Doğa Bilimleri, Gümüşhane Üniversitesi, Türkiye

\*(serpil.savci@yobu.edu.tr)

**Özet** – Deprem yer kabuğundaki enerjinin aniden serbest kalmasıyla, ani sallanmaya neden olan doğal afetlerden birisidir. Yalnızca binalara ve diğer yapılara (barajlar gibi) zarar vermekle kalmaz, aynı zamanda o bölgede yaşayan insanların hayatını da olumsuz yönde etkiler. Deprem olduğu bölgede, binaların yıkılması sonucu oluşan tozlar, yangınlar ve su basmaları canlılara zarar vermektedir. Deprem sonrası binaların yıkılması sonucunda ortaya çıkan asbest kanserojen bir madde olup, solunması halinde akciğerlerde büyük hasarlara yol açmaktadır. Deprem sonrası elektrik direklerinin devrilmesi, petrol ve doğal gaz boru hatlarında meydana gelen hasarlar sonucunda yangınlar çıkmaktadır. Yangın, depremden sonra psikolojik olarak rahatsız olan halk üzerinde ikinci bir negatif etki yaratmaktadır. Özellikle tozlar, bölge halkının yanı sıra, arama kurtarma çalışmaları yapan ekipleri de etkilemektedir. Bunun yanı sıra binaların, fabrikaların, endüstriyel tesislerin ve altyapının yeniden inşa edilmesi uzun zaman almakla birlikte, ekonomik olarak da ülkeleri etkilemektedir. Hasarlı enerji santralleri enerji sağlayamaz ve yıkılan fabrikalar da üretim yapamaz durumda olduğu için ülkelerin ekonomisini bozmaktadır. Tarih boyunca dünyada çok sayıda deprem olmuş, can ve mal kayıpları yaşanmış, doğal yaşam üzerinde çeşitli etkilere neden olmuştur. Bu nedenle depremlerden ders çıkarmak ve yapılan hatalardan ders alınarak, tekrar aynı hataların yapılmasını önlemek gerekmektedir. Bu çalışmada, jeoloji mühendisliği alanında önemli bir yer tutan deprem, oluşturduğu çevre sorunları ve çözüm önerileri üzerinde durulmuştur.

**Anahtar Kelimeler** – Deprem, çevre sorunları, jeoloji mühendisliği, yer sarsıntısı, sıvılaşma.

### I. GİRİŞ

Depremler ve çevresel etkileri 20. Yüzyılda çevresel konulardaki duyarlılık ve artan nüfusun da etkisiyle birlikte daha fazla dikkat çekmeye başlamış [1-2], gelişen teknolojik imkanlarla birlikte de takipleri/değerlendirilmeleri kolaylaşmıştır. Aktif fayların detaylı araştırılması ve takipleriyle bu fayların şiddet ölçekleri ve şiddet alanları hakkında bilgilere ulaşılabilmektedir. Paleosismoloji ve deprem jeolojisinin gelişimi, günümüzde çevre üzerindeki etkileri, daha önce meydana gelmiş depremlerle karşılaştırıldığında dikkate değer bir ayrıntıyla tanımlanabilmektedirler [3].

Depremin çevresel etkileri, sismik bir olayın doğal çevre üzerinde ürettiği bir etkidir [4-6]. Deprem jeolojisi ve paleosismoloji üzerine onlarca yıllık araştırmalar, deprem büyüklüğü ve sismojenik kaynakların konumu ile olan ilişkileri nedeniyle sismik tehlike değerlendirmesindeki kritik rollerine işaret etmiştir [7-10]. Yoğunluk değerlendirmesi için tanısal olarak kabul edilen çevresel etkiler iki ana tipte kategorize edilebilir: (a) Yüzey faylanması, yüzey yükselmesi ve çökmesi ve tektonik deformasyonun diğer tüm yüzey kanıtları dahil olmak üzere, deprem enerjisine ve özellikle sismojenik kaynağa doğrudan bağlı olan birincil etkiler; (b) Genellikle yer sarsıntısının neden olduğu deformasyonlar dahil olmak üzere ikincil etkiler. Hidrolojik anormallikler, tsunamilerde anormal

dalgalar, yer çatlakları, eğim hareketleri, ağaçların sallanması, sıvılaşmalar, toz bulutları ve kopan kayaç parçaları olmak üzere sekiz ana kategoride sınıflandırılırlar [3-5].

## Deprem Etkileri

### Yer Sarsıntısının Etkisi

Bir bölgedeki yer sarsıntısı, deprem kaynağına ve çoğunlukla yanal olarak homojen ortamlarda standart enerji zayıflamasına kıyasla sarsıntı seviyesini artıran veya azaltan yerel jeolojik koşullara bağlıdır [11-12].

Birinci ana deprem tehlikesi, yer sarsıntısının etkisidir. Binalar, sarsıntının kendisi veya altındaki zeminin depremden öncekinden farklı bir seviyeye oturması (çökme) nedeniyle hasar görebilir. Toprak sıvılaşması meydana gelirse binalar zemine batabilir. Sıvılaşma, orta veya güçlü bir depremin sallanması sırasında yeraltı suyunun (yeraltındaki su) taneler arasından dışarı çıkmaya zorlanmasıyla kum veya toprağın dengesizleşmesidir. Bir binanın altında sıvılaşma meydana gelirse, eğilmeye, devrilmeye veya birkaç metre batmaya başlayabilir. Sarsıntı durduktan sonra zemin tekrar sertleşir. Sıvılaşma, yüzeye yakın yeraltı suyu ve kumlu toprak bulunan alanlarda için bir tehlikedir [13].

### Zemin Deplasmanı

Zemin deplasmanı (yenilmesi) üç ana kategoriye ayrılır: sıvılaşma, heyelan ve faylanmadır. Sıvılaşma, genellikle altyapıları tehdit eden zemin çökmesinden kaynaklanan en önemli tehlikedir. Sıvılaşma, güçlü yer sarsıntısı sırasında oluşan ve biriken çok yüksek boşluk suyu basıncı nedeniyle doymuş bir zeminin önemli miktarda mukavemetini kaybettiği bir zemin davranış olgusudur. Eğimli bir yamaçta deprem kaynaklı heyelan, kayma kütlesi içindeki statik kuvvetler güvenlik faktörünün 1.0'ın altına düşmesine neden olduğunda meydana gelir [14].

İkinci ana deprem tehlikesi, bir fay boyunca zeminin yer değiştirmesidir. Bir fayın karşısına bir yapı (bina, yol vb.) inşa edilirse, deprem sırasında zeminin yer değiştirmesi o yapıya ciddi şekilde zarar verebilir veya yıkabilir [13].

## Su Baskını

Üçüncü ana tehlike su baskınlarıdır. Deprem, bir nehir boyunca barajları veya bentleri yıkabilir. Nehirden veya rezervuardan gelen su daha sonra bölgeyi sular altında bırakarak binalara zarar verir ve belki de insanlar bu sularla boğularak yaşamlarını yitirebilirler. Tsunamiler de büyük hasarlara neden olabilir. Tsunami, okyanusun altındaki bir depremin neden olduğu devasa bir dalgadır. Tsunamiler kıyıya vurduklarında onlarca fit yüksekliğe ulaşabilir ve kıyı şeridinde çok büyük zararlar verebilir [13].

## Yangınlar

Depremleri bazen, sarsıntı hasarını büyük ölçüde aşabilen büyük yangınlar takip eder. Deprem yangınları, yer sarsıntısı nedeniyle elektrik ve gaz hatlarının yerinden çıkmasıyla başlar. Gaz hatları koptuğunda gaz serbest kalır ve bir kıvılcım yangın fırtınasını başlatır [15]. Şekil 1'de San Francisco Körfez Bölgesi'ndeki 1989 Loma Prieta Depremi Sonrası Olan Yangının fotoğrafı verilmiştir [15].



Şekil 1. San Francisco Körfez Bölgesi'ndeki 1989 Loma Prieta Depremi Sonrası Olan Yangın [16].

## Toz

2013 yılında Türkiye'de kullanımı tamamen yasaklanmış ancak bundan önce yapılan binalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Asbest bulunduğu ileri yıllarda sağlık için bir tehdit oluşturmaktadır. Asbest bir kimyasal değil, bir mineraldir. Deprem vurduğu bölgelerde iş makineleri enkazları kaldırmak için 24 saat çalışmaktadır. Şehirlerin üzerinde toz bulutları oluşmakta ve sulama yapılmamaktadır. İnsanları olumsuz yönde etkilemektedir [17]. Asbest solunum

yoluyla insan vücuduna girmekte ve kanser başta olmak üzere çok sayıda sağlık sorununa sebep olmaktadır (Şekil 2) [18].



Şekil 2. Mayıs 2008, Çin'in Chengdu dışındaki bir alanında şiddetli bir deprem sırasında oluşan toz bulutu [19].

## Sonuç ve Tartışma

Depremler korkuya, paniğe, hastalıklara, ölümlere ve değişen çevrelere neden olmaktadır. Deprem eğilimli bir bölgede yaşamak insanları daha savunmasız yapmaz. İnsanları savunmasız yapan, nasıl tepki verileceğine dair eğitimsizlik ve bilgisizlikten kaynaklanır. Bu nedenle, her ülkenin, beklenen her afet türüne özel, protokollerle iyi bir afet yönetimine ihtiyacı vardır. Bu protokoller çevresel, tıbbi ve halk sağlığı yönlerini içermeli ve çok iyi uygulanmalıdır. Müdahale ekipleri ayrıca, bireysel ve/veya organizasyonel düzeyde verilmesi gereken zorlu iş ve etik kararlarıyla daha iyi başa çıkmak için yardıma ihtiyaç duyar. En önemlisi, afet tehdidi ortadan kalktıktan sonra insanları evlerine geri getirmek, bölgeleri bir an önce rehabilite etmek gerekmektedir. Tüm afetlerde olduğu gibi, depremler döngüsel olarak işler, bu nedenle önceki olaylardan ders çıkarmak ve mevcut protokolleri deneyime dayalı olarak geliştirmek çok önemlidir. Tekrar eden hata kadar kötü bir hata yoktur [20].

## KAYNAKLAR

- [1] A. Çiftçi, A. Vural, ve M. N. Ural, "Analysis of Some Concepts Related to the Environment and Health with the N-Gram Method" *Journal of International Health Sciences and Management*, vol. 7, pp 47–54, 2021.
- [2] A. Vural, A. Çiftçi, "An Analysis of Some Concepts

Related to Environmental Issues and Development by N-Gram". *Euroasia Journal of Social Sciences & Humanities*, vol. 8, pp 18–28, 2021.

- [3] S. D., Mavroulis, I. G., Fountoulis, E. N., Skourtsos, E. L., Lekkas, ve I. D., Papanikolaou, Seismic intensity assignments for the 2008 Andravida (NW Peloponnese, Greece) strike-slip event (June 8, Mw=6.4) based on the application of the Environmental Seismic Intensity scale (ESI 2007) and the European Macroseismic scale (EMS-98). *Annals of Geophysics*, vol. 56, pp 6-12, 2014.
- [4] N. Akıncıtürk, Yapı Tasarımında Mimarın Deprem Bilinci, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, vol. 8 pp. 189-201, 2003.
- [5] A. M. Michetti, E. Esposito, L. Guerrieri, S. Porfido, L. Serva, Tatevossian, R., Vittori, E., Audemard, F., Azuma, T., Clague, J., Comerci, V., Gürpınar, A., McCalpin, J., Mohammadioun, B., Mörner, N. A., Ota, Y., ve Roghazin, E., Environmental Seismic Intensity Scale 2007 - ESI 2007. İçinde L. Guerrieri ve E. Vittor (Ed.), *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia* vol 74, pp.7–54, 2007.
- [6] H. Şengün, H. H. Çalı, Doğu Akdeniz'in Depremselliği Ve Kıbrıs, Akdeniz'de Çevresel Güvenlik, *Uluslararası Akdeniz'de Çevresel Güvenlik Konferansı*, 2016-KKTC, 249-264, 2016.
- [7] L. Dengler, ve R. McPherson, "The 17 August 1991 Honeydew earthquake north coast California: a case for revising the Modified Mercalli Scale in sparsely populated areas" *Bulletin of the Seismological Society of America*, vol. 83, pp 1081–1094, 1993.
- [8] E. Esposito, S. Porfido, G. Mastrolorenzo, A. A. Nikonov, ve L. Serva, "Brief review and preliminary proposal for the use of ground effects in the macroseismic intensity assessment" *Proceedings 30th International Geological Congress (Beijing, China, August 4-14, 1996)*, VSP, Utrecht, The Netherlands, vol. 5 pp. 233–243, 1997.
- [9] L. Serva, Ground effects in the intensity scales. *Terra Nova*, vol. 6, pp. 414–416, 1994.
- [10] D. L., Wells, K. J., Coppersmith, New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 84, 974–1002, 1994.
- [11] G. Molchan, T. Kronrod, G. F., Panza, Hot/cold spots in Italian macroseismic data. *Pure and Applied Geophysics*, vol. 168, pp. 739–752, 2011.
- [12] G. F., Panza, C. Nunziata, Ground Shaking. İçinde *Encyclopedia of Engineering Geology*, [https://doi.org/10.1007/978-3-319-12127-7\\_149-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-12127-7_149-1), pp 1-2, 2018.
- [13] (2023) website. [Online] Available: <https://www.mtu.edu/geo/community/seismology/learn/earthquake-hazards/>.
- [14] S. Farahani, B. Behnam, ve A. Tahershamsi,

Macrozonation of Seismic Transient Ground Displacement and Permanent Ground Deformation of Iran. *Natural Hazards and Earth System Science*, vol. 3, pp 1-8, 2020.

- [15] (2023) website. [Online] Available: <https://www.earthquakeauthority.com/Blog/2020/How-Earthquakes-Cause-Damage-Destruction>.
- [16] (2023) website. [Online] Available: <https://pnsn.org/outreach/earthquakehazards/fire>.
- [17] (2023) website. [Online] Available: <https://bianet.org/english/environment/274559-another-threat-for-the-earthquake-hit-region-asbestos>.
- [18] (2023) website. [Online] Available: <https://www.aa.com.tr/tr/analiz/3-soruda-saha-bulgulari-deprem-atiklari-ve-cevreye-etkileri/2836176>.
- [19] (2023) website. [Online] Available: [https://www.chinadaily.com.cn/china/2008-05/15/content\\_6687379.htm](https://www.chinadaily.com.cn/china/2008-05/15/content_6687379.htm).
- [20] (2023) website. [Online] Available: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342018000700016](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342018000700016).