



## BÖLÜM 7

# YAPAY SİNİR AĞLARI TABANLI EN BÜYÜK YER HAREKETİ İVMESİ (PGA) TAHMİNİ

Kaan Hakan ÇOBAN<sup>1</sup>

### 7.1. GİRİŞ

Dünyanın en aktif tektonik yapılarından olan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ)'nu içermesi nedeniyle Türkiye yoğun deprem aktivitesine ve yüksek deprem tehlikesine sahiptir. Bu tektonik yapılar civarında meydana gelmiş büyük ve yıkıcı depremlerin geçmiş dönem deprem kayıtlarında can ve mal kayıplarına yol açtığı rapor edilmiştir. Sismik tehlike değerlendirme çalışmalarıyla depremlerin bu yıkıcı etkilerinin yarattığı zararların azaltması hedeflenmektedir. Araştırmacılar bu önemli değerlendirmeler için analizler geliştirmek ve sismik tehlike değerlendirmelerinin doğruluğunu artırmak amacıyla çalışmalar yapmaktadırlar (Erdik ve diğ. 1999, Askan ve Yücemem 2010, Selçuk ve diğ. 2010, Sayıl 2014, Askan ve diğ. 2015, Akkar ve diğ. 2018, Giardini ve diğ. 2018, Şeşetyan ve diğ. 2018, Sianko ve diğ. 2020, Çoban ve Sayıl 2019, 2020a, 2020b). Değerlendirme yöntemleri içerisinde depremlerin episan-tır, magnitüd (büyüklük) ve en büyük yer hareketi ivmesi gibi parametrelerinin en az hata ile belirlenmesi, sismik tehlike değerlendirmelerinin güvenilirliğinin artması anlamına gelmektedir. Bu parametreler içerisinde en önemlilerinden biri en büyük yer hareketi ivme değeridir ve bu değer bir deprem esnasında mü-

<sup>1</sup> Arş. Gör. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Merkez, Trabzon, h.coban@ktu.edu.tr

Yapılan çalışmada lokal olarak seçilen istasyonların kaydettiği veriler üzerinde YSA modelleri PGA tahmininde başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Böylece, bölgesel olarak yapılacak değerlendirmelerde YSA modellerinin de kullanılacağı görülmüştür. Sadece kullanılan istasyonların kaydettiği depremlerle YSA modeli oluşturulması, lokal olarak jeolojik etkileri de içereceğinden daha güvenilir PGA değerleri elde edilebileceği düşünülmektedir. Bunun yanında YSA'ları hesaplamada ve veriler arasında ilişki kurmada başarılı olduğu görülmüştür. Literatürden seçilen denklem ile yapılan değerlendirme sonucunda YSA tahmin değerlerinin ölçülen sonuçlara yakın olması ve değerleri iyileştirmesi önemli bir çıktı olarak değerlendirilmiştir. Bölgenin tektonik yapısı ve aktif depremselliği düşünüldüğünde yapılacak gerçeğe yakın PGA tahmini, bölge için sismik tehlike çalışmalarının güvenilirliğini ve doğruluğunu artıracaktır.

Türkiye'nin aktif depremselliğe sahip bölgeleri için oluşturulacak YSA mimarileriyle yapılacak gerçeğe yakın PGA tahminlerinin o bölgelerdeki deprem risklerinin azaltılması yönelik önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Gelişen bilgisayar teknolojisine paralel YSA gelecekte sismik tehlike ve risk çalışmalarında daha çok kullanılacaktır.

## TEŞEKKÜR

Yazar deprem verilerini sağlayan AFAD ve Atatürk Üniversitesi Deprem Araştırma Merkezine teşekkürlerini sunar. Çalışmada kullanılan haritalardaki fay bilgileri Emre ve diğ. (2013) MTA diri fay haritasından sayısallaştırılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Abrahamson N.A., Silva W.J., 1997. Empirical Response Spectral Attenuation Relations for Shallow Crustal Earthquakes, *Seismological Research Letters*. 68, 94-127
- AFAD-TADAS, 2022. Türkiye İvme Veri Tabanı ve Analiz Sistemi, Ankara, Erişim adresi: <https://tadas.afad.gov.tr>
- Akkar S., Bommer J.J., 2010. Empirical Equations for the Prediction of PGA, PGV, and Spectral Accelerations in Europe, the Mediterranean Region, and the Middle East, *Seismological Research Letters*. 81, 195-206
- Akkar S., Sandıkkaya M.A., Bommer J.J., 2014. Empirical Ground-Motion Models for Point- And Extended-Source Crustal Earthquake Scenarios In Europe and the Middle East, *Bulletin of Earthquake Engineering*. 12, 359-387
- Akkar S., Kale Ö., Yakut A., ve diğ., 2018. Ground-Motion Characterization for the Probabilistic Seismic Hazard Assessment in Turkey. *Bulletin of Earthquake Engineering* 16, 3439-3463
- Ambraseys N.N., 1978. Middle East - A Reappraisal of Seismicity, *The Quarterly Journal of Engineering Geology*. 11(1), 19-32
- Ambraseys N.N., Bommer J.J., 1991. The Attenuation of Ground Accelerations in Europe, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics* 20(12), 1179-1202

- Askan A., Karırmzadeh S., Asten M., Kılıç N., Şişman F.N., Erkmn C., 2015. Assessment of seismic hazard in the Erzincan (Turkey) region: construction of local velocity models and evaluation of potential ground motions, *Turkish Journal of Earth Sciences* 24 (6), 529-565
- Askan A., Yücemn M.S., 2010. Probabilistic methods for the estimation of potential seismic damage: Application to reinforced concrete buildings in Turkey, *Structural Safety*. 32(4), 262-271
- ATAÜNİ-DAM, 2022. Atatürk Üniversitesi, Deprem Araştırma Merkezi, Erzurum, Erişim adresi: <https://birimler.atauni.edu.tr/deprem-arastirma-merkezi>
- Aydan Ö., Sedaki M., Yarar R., 1996. The Seismic Characteristics of Turkish Earthquakes, Eleventh World Conference on Earthquake Engineering, 23-28 June, Acapulco, Mexico, 1025
- Beyaz T., 2004. Zemin Etkisinden Arındırılmış Deprem Kayıtlarına Göre Türkiye için Yeni Bir Deprem Enerjisi Azalım Bağıntısının Geliřtirilmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bindi D., Weatherill G., Kotha S.R., Lanzano G., Luzi L., Cotton F., 2019. The Pan-European Engineering Strong Motion (ESM) Fatfile: Consistency Check via Residual Analysis. *Bulletin of Earthquake Engineering*. 17, 583-602
- Boore D.M., Joyner W.B., Fumal T.E., 1997. Equations for Estimating Horizontal Response Spectra and Peak Acceleration from Western North American Earthquakes: A Summary of Recent Work. *Seismological Research Letters* 68(1), 128-153
- Boore D.M., Atkinson G.M., 2008. Ground-motion Prediction Equations for the Average Horizontal Component of PGA, PGV and 5% Damped PSA at Spectral Periods Between 0.01 s and 10 s. *Earthquake Spectra* 24(1), 99-138
- Campbell K.W., 1985. Strong motion attenuation relations: A ten-year perspective, *Earthquake Spectra* 1(4), 759-804
- Chen Z., Maun J.C., 2000. Artificial neural network approach to single-ended fault locator for transmission lines, *IEEE Transactions on Power Systems* 370-375
- Çeken U., 2007. Marmara Bölgesinin Kuvvetli Yer Hareketi Azalım İlişkisi Modeli, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Çoban K.H., Sayıl N., 2019. Evaluation of earthquake recurrences with different distribution models in western Anatolia, *Journal of Seismology* 23, 1405-1422.
- Çoban K.H., Sayıl N., 2020a. Different probabilistic models for earthquake occurrences along the North and East Anatolian fault zones, *Arabian Journal of Geosciences* 13, 971.
- Çoban K.H., Sayıl N., 2020b. Conditional Probabilities of Hellenic Arc Earthquakes Based on Different Distribution Models, *Pure Applied Geophysics* 177, 5133-5145.
- Derakhshani A., Foruzan A.H., 2019. Predicting the Principal Strong Ground Motion Parameters: A Deep Learning Approach, *Applied Soft Computing* 80,192-201
- Dhanya J., Raghukanth S.T.G., 2020. Neural Network-Based Hybrid Ground Motion Prediction Equations for Western Himalayas and North-Eastern India, *Acta Geophysica* 68, 303-324
- Emre Ö., Duman T.Y., Özalp S., Elmacı H., Olgun Ş., Şaroğlu F., 2013. Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası. Ölçek 1:1.250.000, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30, Ankara-Türkiye. ISBN: 978-605-5310-56-1
- Erdik M., Birol Y.A., Onur T., Şeşetyan K., Birgören G., 1999. Assessment of Earthquake Hazard in Turkey and Neighboring Regions, *Annals of Geophysics* 42, 1125-1138
- Esteva L., Villaverde L., 1973. Seismic Risk, Design Spectra and Structural Reliability, *Proceedings of Fifth World Conference on Earthquake Engineering* 2, 2586-2596
- Fichtner A., Saygin E., Taymaz T., Cupillard P., Capdeville Y., Trampert J., 2013. The deep structure of the North Anatolian Fault Zone, *Earth and Planetary Science Letters* 373, 109-117
- Giardini D., Danciu L., Erdik M. ve diğ. 2018. Seismic Hazard Map of the Middle East, *Bulletin of Earthquake Engineering* 16, 3567-3570

- Gülerce Z., Kamai R., Abrahamson N.A., Silva W.J., 2017. Ground Motion Prediction Equations for the Vertical Ground Motion Component Based on the NGA-W2 Database, *Earthquake Spectra* 33(2), 499-528
- Güllü H., Erçelebi E., 2007. A Neural Network Approach for Attenuation Relationships: An Application Using Strong-Ground-Motion Data from Turkey, *Engineering Geology* 93(3), 65-81
- Günaydın K., Günaydın A., 2008. Peak ground acceleration prediction by artificial neural networks for northwestern Turkey, *Mathematical Problems in Engineering* ID 919420
- Idriss I.M., 2008. An NGA Empirical Model for Estimating the Horizontal Spectral Values Generated by Shallow Crustal Earthquakes, *Earthquake Spectra* 24(1), 217-242
- İnan E., Çolakoğlu Z., Koç N., Bayülke N., Çoruh E., 1996. 1976-1996 Yılları Arası İvmeye Kayıtları Olan Deprem Kataloğu, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, 98 s.
- Jemei S., Hissel D., Pera M., Kauffmann J.M., 2008. A new modeling approach of embedded fuel-cell power generators based on artificial neural network, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. 437-447
- Joyner W.B., Boore D.M., 1988. Measurement, Characterization, and Prediction of Strong Ground Motion, *Earthquake Engineering and Soil Dynamics II, Proceedings American Society Civil Engineering Geotechnical Engineering Division Specialty Conference*, 43-102
- Kale O., Akkar D.S., Ansari A., Hamzehloo H., 2015. A Ground-Motion Predictive Model for Iran and Turkey for Horizontal PGA, PGV, and 5% Damped Response Spectrum: Investigation of Possible Regional Effects, *Bulletin of the Seismological Society of America* 105, 963-980
- Kalkan E., Gülkan P., 2004. Empirical attenuation equations for vertical ground motion in Turkey, *Earthquake Spectra* 20(4), 1111-1138
- Koçyiğit A., Canoğlu M.C., 2017. Neotectonics and Seismicity of Erzurum Pull-apart Basin, East Turkey, *Russian Geology and Geophysics* 58, 99-122
- Lou H.L., 1995. Implementing the Viterbi algorithm, *IEEE Signal processing magazine*. 12, 42-52
- McQuarrie N., Stock J.M., Verdel C., Wernicke B.P., 2003. Cenozoic evolution of Neotethys and implications for the causes of plate motions, *Geophysical Research Letters* 30 (20), doi:10.1029/2003GL017992
- Nacar S., Hinis M.A., Kankal M., 2018. Forecasting Daily Streamflow Discharges Using Various Neural Network Models and Training Algorithms, *Ksce Journal of Civil Engineering* 22(9), 3676-3685
- Özbey C., Sari A., Manuel L., Erdik M., Fahjan Y., 2003. Empirical Strong Ground Motion Attenuation Relations for Northwestern Turkey, *Fifth National Conference on Earthquake Engineering*, Istanbul, Turkey
- PEER, 2022. Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER), University of California, Berkeley, Erişim adresi: <http://peer.berkeley.edu>
- Raghucharan M., Somala S.N., Rodina S., 2019. Seismic Attenuation Model Using Artificial Neural Networks, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 126.
- Sadigh R.K., Egan J.A., 1998. Updated Relationships for Horizontal Peak Ground Velocity and Peak Ground Displacement for Shallow Crustal Earthquakes. In *Proceedings of the Sixth U.S. National Conference on Earthquake Engineering*.
- Sayıl N., 2014. Evaluation of the seismicity for the Marmara region with statistical approaches, *Acta Geodaetica et Geophysica* 49, 265-281
- Selçuk L., Selçuk A.Z., Beyaz T., 2010. Probabilistic Seismic Hazard Assessment for Lake Van Basin, Turkey, *Natural Hazards* 54, 949-965
- Sianko I., Özdemir Z., Khoshkholghi S., ve diğ., 2020. A Practical Probabilistic Earthquake Hazard Analysis Tool: Case Study Marmara Region, *Bulletin of Earthquake Engineering* 18, 2523-2555



- Simao N.M., Nalbant S.S., Sünbül F., Mutlu A.K., 2016. Central and eastern Anatolian crustal deformation rate and velocity fields derived from GPS and earthquake data, *Earth and Planetary Science Letters* 433, 89–98
- Şengör A.M.C., 1979. The North Anatolian transform fault: its age, offset and tectonic significance, *Journal of the Geological Society* 136, 269-282
- Şeşetyan K., Demirciođlu M.B., Duman T.Y., ve diğ. 2018. A Probabilistic Seismic Hazard Assessment for the Turkish Territory—part I: the Area Source Model, *Bulletin of Earthquake Engineering* 16, 3367–3397
- Ulusay R., Tuncay E., Sönmez H., Gökceođlu, C., 2004. An Attenuation Relationship Based on Turkish Strong Motion Data and Iso-Acceleration Map of Turkey, *Engineering Geology* 74, 265-291.
- Withers K.B., Moschetti, M.P., Thompson, E.M., 2020. A Machine Learning Approach to Developing Ground Motion Models from Simulated Ground Motions, *Geophysical Research Letters* 47
- Wuest T., Weimer D., Irgens C., Thoben K.D., 2016. Machine learning in manufacturing: advantages, challenges, and applications, *Production & Manufacturing Research* 4(1), 23-45
- Yaghmaei-Sabegh S., 2018. Earthquake ground-motion duration estimation by using of general regression neural network, *Scientia Iranica* 25(5), 2425-2439
- Yılmaz B., Aras E., Kankal M., Nacar S., 2019. Prediction of Suspended Sediment Loading by Means of Hybrid Artificial Intelligence Approaches, *Acta Geophysica* 67, 1693–1705